



钻探技术在地下水污染调查中的应用研究

郑继天 王建增 蔡五田 李小杰

中国地质调查局水文地质环境
地质调查中心

A decorative border of green vines with leaves and small flowers frames the top and right sides of the slide.

1.引言

地下水资源是水资源的重要组成部分，地下水作为重要的供水水源，提供全国近**70%**的生活饮用水和**40%**的农田灌溉用水、在保证居民饮用水、社会经济发展和生态环境平衡等方面起到不可替代的作用。未来**20**年我国国民经济将进入新一轮的快速发展期，人类活动进一步加剧，将给我国地下水质量安全带来巨大冲击，地下水污染工作面临很大压力。

A decorative border of green vines with leaves and small flowers frames the top and sides of the slide. The background is a light blue gradient.

1.引言

在我国经济社会发展过程中，各种地下水环境问题日益凸显，地下水污染现象普遍，且有不同程度地加重趋势。据国土资源部门**2005年**对全国城市监测结果表明，**97%**的城市地下水受到不同程度的污染，**40%**的城市地下水污染趋势加重。我国地下水污染由点向面演化，由局部向区域扩散、由城市向农村蔓延、由浅部向深部发展的趋势。地下水污染面积不断扩大、污染程度加重。

A decorative border of green vines with leaves and small flowers frames the top and right sides of the slide. The background is a light blue gradient.

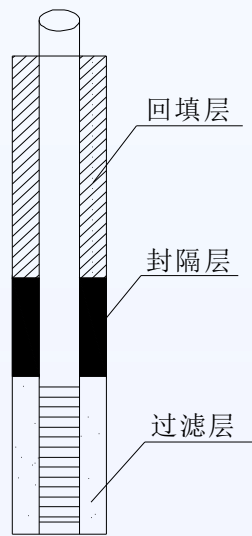
1.引言

2005年以来,中国地质调查局启动了全国地下水污染调查评价工作,其目的是系统查明我国地下水水质和污染状况,为地下水资源保护和污染防治提供科学依据。我们结合“土壤与地下水污染场地调查技术与评价”项目,近年来在华北某石油污染场地建造了单管、巢式、连续多通道等类型的监测井,和进行了直接推进取样等钻探技术应用研究,取得了一些进展。本文对此进行简单介绍。

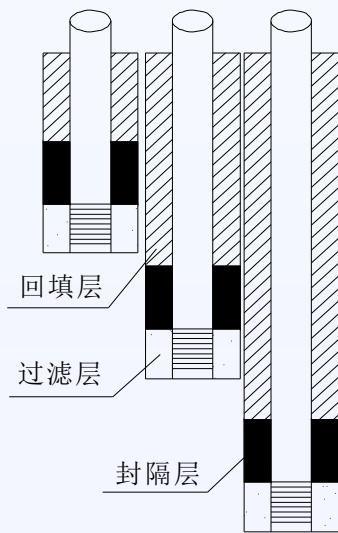
2.地下水污染调查监测井建造

2.1 监测井钻进技术

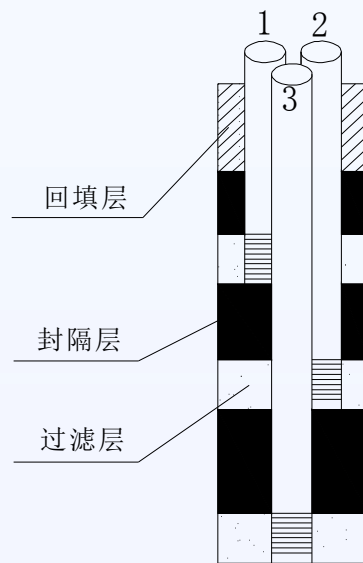
在监测井建造之前，首先根据取样器具选择井管直径。一般监测井（包括单管监测井、丛式监测井、巢式监测井）井管直径应 $\geq 75\text{mm}$ ；连续多通道监测井通道直径应 $\geq 30\text{mm}$ 。钻孔直径根据监测井井管而定，要保证围填滤层厚度不低于 50mm 。钻孔深度小于 100m 时，其顶角偏斜不得超过 1 度，深度大于 100m 时，每百米顶角偏斜的递增数不得超过 1.5 度。监测井可采用螺旋钻进、冲击钻进、空气回转钻进、冲洗液回转钻进成孔。设备进入场地前应进行彻底清洗，避免污染物带进场地。冲洗液回转钻进成孔时，尽量使用清水钻进，禁止使用其他添加剂；孔壁不稳定时，应采用套管护壁。钻进用水应采用饮用水，不得使用污染水，劣质水。



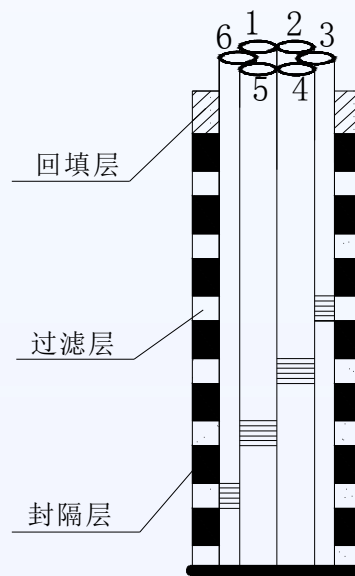
a) 单管监测井



b) 丛式监测井



c) 巢式监测井



d) 连续多通道监测井

不同类型的地下水监测井



2.地下水污染调查监测井建造

2.2监测井成井技术

监测井成井时，井管之间最好用螺纹联接，并在螺纹处加密封圈或缠绕聚四氟乙烯带密封，禁止使用有机粘合剂粘接。

监测井围填滤料的高度应超过细颗粒含水层的顶板和底板，一般比过滤管高出1~2m。围填滤料的厚度，不应小于50mm。过滤层材料最好由导管下入井孔，也可用人工从井管四周缓慢填入。安装时，应仔细检查过滤层的顶部的深度和核实过滤层材料用量，确定过滤层材料没有架桥，避免出现环状滤层失稳的空穴。



2.地下水污染调查监测井建造

2.2监测井成井技术

监测井环状间隙密封层高度一般应大于4m。尽量采用水泥、膨润土进行密封。采用水泥浆封隔时，过滤层上方首先填入细砂作为缓冲层，防止水泥浆通过砾石进入到过滤器和井中。采用膨润土密封时，将膨润土做成20mm左右球状，在半干状态下从井管周围缓缓填入。严禁使用岩屑和监测井周围的材料作为监测井回填材料。



2.地下水污染调查监测井建造

2.2巢式监测井成井技术

巢式井管安装时，首先安装最深的一个单管井，并按照上述要求围填滤料，并进行环状密封。二级巢式监测井可选用粘土（膨润土）球进行环状密封，三级及以上巢式监测井环状密封须灌注水泥进行环状密封。

2.地下水污染调查监测井建造

2.2连续多通道监测井成井技术

连续多通道监测井使用的井管是连续、无接头并有7个通道的管。一口连续多通道监测井能够监测7个不同的区域，可等同7个单管监测井。连续多通道监测井滤水管在现场根据要监测的位置、深度、层位数制作。滤水管长度为1m，打 $\varnothing 10\text{mm}$ 孔10个沿通道均布，外包40目不锈钢网2层，用不锈钢卡箍固定。在滤水管下面1m处，用木塞封堵每个通道。并在连续多通道监测井井管底部附近每个通道打 $\varnothing 10\text{mm}$ 孔6个为降浮孔。连续多通道监测井滤层和环状密封要反复多次完成。安装时，要实时测量每个滤层和环状密封的高度，确保准确对位。

连续多通道管



国内电缆护套管

国外连续多通道管



2.地下水污染调查监测井建造

2.2监测井成井洗井

监测井完井后应及时进行洗井。洗井方法可选用空气压缩机气举抽水和水泵抽水方法进行。不得采用化学洗井方法。洗井结束后，监测井出水应清澈透明。



空气压缩机洗井



小直径螺杆泵洗井



空气压缩机洗井



手动惯性泵洗井

监测井洗井

2.地下水污染调查监测井建造

2.2监测井成井技术

为防止监测井物理破坏，防止地表水、污染物质进入，监测井要建有平台、井口保护管、锁盖等。保护管与水泥平台同时安装，保护管高出平台0.5m。井口平台为正方形 $1 \times 1\text{m}$ ，用32.5R水泥制作，地表下0.3m厚，地表上0.2m高。井口保护管由钢管制作，管长1m，直径比井管大100mm左右，外部刷防锈漆，喷制监测井标记。保护管顶端安装可开合的盖子，并有上锁的位置。安装时监测井井管位于保护管中央。下图为我们建造的巢式监测井和连续多通道监测井。



巢式监测井

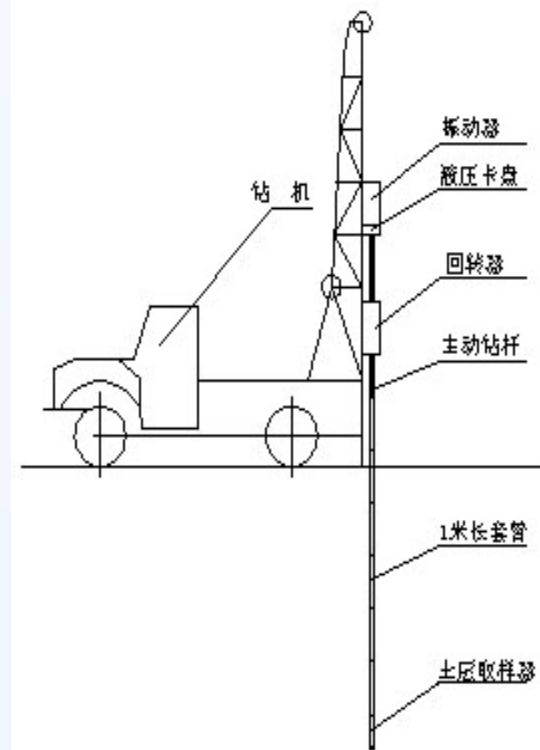
连续多通道监测井

3. 直接推进钻进取样技术

直接推进是通过推进、或者振动使小直径中空探杆进入到地下的一种钻进取样方法。在探杆的端部安装取样钻具，使它们能够采集土样、土层一气体和地下水样品。直接推进设备可以是人工锤或钻机。推进深度主要由设备的反重力或使用的锤的类型（例如振动的、人工的、冲击的）控制。它适用于非胶结的粘土、淤泥和砂的沉积层。人工锤或手持式机械锤几乎在所有的位罝包括建筑物内能够取样。直接推进技术作为完全的评价污染的场地，比用常规钻机更迅速。由此直接推进技术在快速场地评价中扮演了一个重要的角色。

3.直接推进钻进取样技术

- 我们把国产的适合于直接推进原位取样工艺的设备，进行装配。把30KN激振力振动器与钻机组装在一起，使钻机具有回转、静压、振动等功能，在不使用冲洗介质的情况下，使其能够推进钻具达到设计深度。配套直接推进钻进的钻具，包括推进探杆及套管，直接推进用土层取样器和地下水取样器。如图。在无监测井的条件下，按照监测要求，在预定的位置直接钻进取样。



3.直接推进钻进取样技术

3.1直接推进土层样品取样器

用于直接推进土层取样的土层取样器如图所示。它由刃口、半合取样管、余土管和接头组成。在推进过程中，钻具下部安装专用取土器，边推进，边采取土层样品。我们设计了直径为60mm和40mm两种，分别与不同直径的推进探杆相配。

3. 直接推进钻进取样技术



3. 直接推进钻进取样技术



直接推进土层样品取样



3.直接推进钻进取样技术

3.2直接推进地下水样品取样器

在推进过程中，钻具下部安装专用地下水器，推进到预定深度，再从探杆中心下入惯性泵，采集地下水样品。用于地下水样品取样器有密闭过滤管型地下水取样器和裸露过滤管型地下水取样器。

3. 直接推进钻进取样技术

密闭过滤管型地下水取样器由压头、滤水管、外保护管和接头等部件组成。见右图。在直接推进钻进时，与探杆相连接，压入到预定取样位置时，回抽探杆。由于连接滤水管的压头直径比外管直径稍大，所以在探杆回抽时，压头和滤水管不动，外管上行，露出滤水管。而后从探杆和取样器中心用惯性泵采集地下水样品。



3.直接推进钻进取样技术

裸露过滤管型地下水取样器由压头、滤水管、接头一体组成，见右图。用于直接推进时，与探杆相连，推进到预定深度，用惯性泵从探杆和取样器中心取样。该取样器的缺点是往下推进时滤水管容易堵塞。



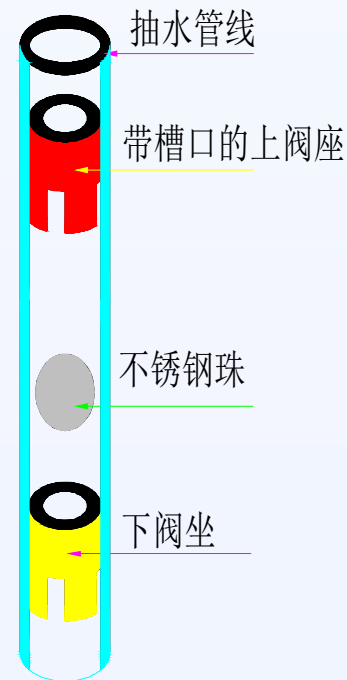
3.直接推进钻进取样技术

3.2惯性泵地下水取样

为了在直接推进过程中采集地下水样品和采集小直径连续多通道监测井中的地下水样品，我们研制了惯性取样泵，其结构如下图。它由装有底阀的小直径管线构成。此次研制的惯性泵管线内径有12mm、8mm两种，取样速度分别为2.0-3.0L/min和0.4-0.5L/min。

3.直接推进钻进取样技术

惯性泵使用时，管线下降时底阀打开，随管线下降水进入到管线中。管线上升时阀门关闭，管线中的水也随之上升。通过反复上下摆动管线使进入管线中的水上升，排放到地表。



3. 直接推进钻进取样技术



手动惯性泵
(深度可达30M)

机械超深惯性泵
(深度可达100M)



3. 直接推进钻进取样技术



直接推进地下水取样



直接推进土层气体取样

A decorative border of green vines with leaves and small flowers frames the top and sides of the page. The vines are rendered in a light green color with darker green outlines for the leaves and stems.

4. 结 语

钻孔（井）是采集地下样品的唯一通道，钻探工作是获取污染场地第一手资料的重要手段。在地下水污染调查中建造监测井是很重要的工作，所以要根据调查场地的条件和调查目的选择合适的建井材料、监测井类型、成井工艺，严格按照操作规程施工，为取得真实、有代表性的样品打下坚实基础。直接推进是一种在没有监测井的条件下成本低、取样迅速的污染场地调查方法。但在我们国家此项技术刚刚起步，有些问题还需要进一步学习研究，学习国外的先进的钻探技术为场地污染调查做出更大贡献。

A decorative border of green vines with leaves and small white flowers, framing the central text. The vines are drawn in a simple, illustrative style with light green leaves and thin, winding stems.

谢谢各位专家！