

ICS 13.080.99

CCS Z 13

团 体 标 准

T/ACEF xxx-xxxx

防堵塞多相抽提井应用技术规范

Technical specifications for construction and installation of anti-clogging multiphase

extraction wells

(征求意见稿)

xxxx-xx-xx 发布

xxxx-xx-xx 实施

中 华 环 保 联 合 会 发 布

目 次

前 言 I

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 基本规定 2

5 设计 2

6 施工 5

7 保护 8

附录 A（资料性）常见防堵塞多相抽提井设计工艺汇总表 9

附录 B（资料性）防堵塞多相抽提井工程典型案例 10

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。

本文件为首次发布。

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。

本文件由中华环保联合会水环境治理专业委员会、上海大学提出。

本文件由中华环保联合会归口。

本文件主编单位：上海大学

本文件参编单位：上海勘察设计研究院（集团）股份有限公司

本文件主要起草人：

防堵塞多相抽提井应用技术规程

1 范围

本文件规定了防堵塞多相抽提单井技术应用的基本规定、设计、施工和保护等。

本文件适用于防堵塞多相抽提井的设计、施工和保护。

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（包括所有的修改版）适用于本文件。

GB/T 19831.2 石油天然气工业 固井设备 第2部分：扶正器的放置和止动环测试

HJ 25.6 污染地块地下水修复和风险管控技术导则

HJ 682 建设用地土壤污染风险管控和修复术语

SL15 机井井管标准

T/ACEF 113 有机污染地块修复技术规范 多相抽提

T/ACEF 114 有机污染地块修复技术验证评价规范 多相抽提

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

多相抽提修复技术 multiphase extraction repair technique

采用真空提取手段，抽取地下污染区域的挥发性有机物、残留相有机物、溶解相有机物和非水相液体（NAPL）到地面上分离和处理，控制和修复土壤和地下水中有有机污染物的技术。

[来源：T/ACEF 113-2023]

3.2

防堵塞多相抽提井 anti clogging multiphase extraction well

用于缓解多相抽提过程中可能发生的物理、化学、生物堵塞的多相抽提井。

3.3

物理堵塞 physical clogging

悬浮颗粒物在砂层空隙、抽提滤料层或周边土层因沉积、吸附、重新排列造成的堵塞。

3.4

化学堵塞 chemical clogging

溶解在地下水中的碳酸盐、磷酸盐、硫酸盐、硅酸盐等可溶性盐类等化学物质，在一定条件下发生化学反应、生成不溶性沉淀物质，沉积在砂层空隙、抽提滤料层或周边土层因造成的堵塞。

3.5

井管允许抗拉力 allowable well pipe tensile strength

溶解在地下水中的碳酸盐、磷酸盐、硫酸盐、硅酸盐等可溶性盐类等化学物质，在一定条件下发生化学反应、生成不溶性沉淀物质，沉积在砂层空隙、抽提滤料层或周边土层因造成的堵塞。

4 基本规定

4.1 防堵塞多相抽提井设计和施工前应搜集拟施工场地的有关资料，并应进行现场踏勘。

4.2 防堵塞多相抽提井设计与施工资料应包括下列内容：

- a) 场地的工程地质和环境水文地质资料；
- b) 场区周边地上、地下的建（构）筑物类型及基础形式资料；
- c) 场地的地下水修复设计方案，应符合 HJ 25.6 的规定；
- d) 基坑支护结构和基坑施工方案等资料。

4.3 防堵塞多相抽提井使用的材料应为无污染和无毒性材料。

4.4 抽提井应经验收合格后再投入使用。

4.5 对报废或已完成使用功能的抽提井等应回填或处理。

4.6 多相抽提修复技术验证评价应符合 T/ACEF 114 的规定。

5 设计

5.1 一般规定

5.1.1 抽提井结构设计应包括井身结构设计、过滤管结构设计、滤料层设计和井管配置。

5.1.2 井身结构设计应包括下列内容：

- a) 井的深度；
- b) 开口井径；
- c) 井管材质；
- d) 过滤段、止水段及沉淀段位置；
- e) 井的附属设施。

5.1.3 过滤管结构设计应包括下列内容：

- a) 过滤管的类型及结构；
- b) 过滤管筛孔的结构及布设位置；

c) 滤料的材质、规格、充填位置和厚度等。

5.1.4 滤料层设计应包括下列内容：

- a) 滤料类型；
- b) 滤料粒径；
- c) 滤料厚度；
- d) 滤料高度；
- e) 滤料用量；
- f) 滤料结构。

5.1.5 井管配置应包括下列内容：

- a) 与井身设计相匹配的井管长度和井管管径；
- b) 抽水目标层中过滤管的配置应与所设计的过滤管类型相适应；
- c) 井的附属设施。

5.2 井身结构设计

5.2.1 井身结构设计应根据抽水目标层的岩性、厚度、埋深、富水性、水力性质、上覆地层的特征、污染物的类型、地下水的化学性质及钻进工艺确定。

5.2.2 井管内径应满足洗井和取水要求，井径宜为 50~300 mm。

5.2.3 抽提井井径应根据抽提设计出水量，以及允许井壁进水流速、含水层埋深、抽提长度、过滤管类型及钻进工艺等因素确定。

5.2.4 抽提井深度应根据设计动水位、最下一个降水目标层的埋深、最下一段过滤管工作长度和沉淀管长度等确定。

5.2.5 抽提井采用的构筑材料不应改变地下水的化学成分，不应干扰抽提过程中对地下水中化合物的监测和分析。

5.2.6 抽提井过滤段位置应覆盖地下水修复深度范围，且不应超过地下水修复深度，止水段宜为井口以下 0~2 m，沉淀段宜为井管底部 0~1 m。

5.2.7 抽提井取水位置宜在目标含水层的中部，但当水中含有重质非水相液体时，取水位置应在含水层底部和不透水层的顶部，水中含有轻质非水相液体时，取水位置应在含水层的顶部。

5.3 过滤管结构设计

5.3.1 过滤管直径应根据抽提井设计出水量、过滤管长度、管材规格、过滤管有效孔隙率和允许过滤管进水流速等因素确定。

5.3.2 过滤管外围应包裹过滤滤网，滤网孔眼直径宜为 0.5~1 mm。

5.3.3 过滤管筛孔形式宜为圆孔状和条缝状。对于存在非水相液体污染物的地下水修复场地，筛孔形式可设置成斜切缝状。

5.4 滤料

5.4.1 滤料类型

防堵塞多相抽提井宜采用粒径级配良好、含杂质少、有机质含量低的清洁石英砂滤料。

5.4.2 滤料粒径

滤料粒径，应根据目的含水层颗粒筛分数据确定，滤料粒径可参照表 1 确定。

表 1 滤料粒径

含水层类型	砂性含水层	碎土类含水层	
	$Cu_1 < 10$	$d_{20} < 2mm$	$d_{20} \geq 2mm$
粒径尺寸	$D_{50} = (6 \sim 8)d_{50}$	$D_{50} = (6 \sim 8)d_{20}$	$D = 10 \sim 20mm$
滤料不均匀系数 Cu_2	$Cu_2 < 10$		

注：表中 Cu_1 、 Cu_2 分别为含水层和滤料的不均匀系数； d_{20} 、 d_{50} 和 D_{20} 、 D_{50} 分别为含水层试样和滤料试样，在筛分中过筛质量累计为 20% 和 50% 时的颗粒直径。

5.4.3 滤料厚度

滤料厚度应根据含水层类型，按表 2 确定。

表 2 滤料厚度

含水层类型	粗砂、砾石含水层	中、细、粉砂含水层
滤料厚度/mm	75~100	100~150

5.4.4 滤料高度

滤料高度应符合下列规定：

- a) 滤料高度应与过滤器位置一致，应根据场地已知污染物可能达到的最大深度确定；
- b) 地下水中可能或已经存在轻质非水相液体时，滤料段上端应高于地下水位；
- c) 地下水中可能或已经存在重质非水相液体时，滤料段应达到含水层底板处；
- d) 填砾高度宜超过目的含水层顶板。

5.4.5 滤料用量

滤料填充量应按下列式计算：

$$V = 0.785(D-d) \cdot L \cdot K \tag{5-1}$$

式中：V—滤料填充量（ m^3 ）；

D—钻孔直径（m）；

d—过滤管外径（m）；

L—滤料高度（m）；

K—超径系数，宜取 $K=1.2 \sim 1.5$ 。

5.4.6 滤料结构

多层滤料结构可设置为 3 层，沿汇水方向，滤料粒径由细到粗，滤料层结构层如图 1 所示。

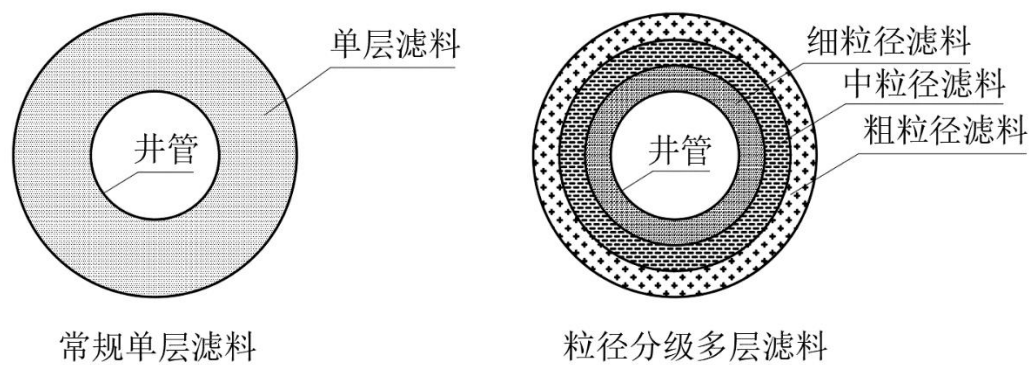


图 1 滤料层结构示意图

5.5 井管配置

- 5.5.1 井管长度应和井身结构设计相匹配，井管底部应封底。
- 5.5.2 抽提井管材应根据井水用途、地下水水质、井深、管材强度和经济合理等因素确定，并应符合下列规定：
- a) 井管应具备抗压、抗拉、抗弯强度。必要时应进行强度验算；
 - b) 应无缺损、裂缝弯曲等缺陷，管端口面与管轴线应垂直且无毛刺；
 - c) 内壁应光滑、圆直，并应满足洗井及抽水设备要求；
 - d) 井管应具有抗腐蚀能力。
- 5.5.3 对抽提井+滤料层的井管结构，滤料层中可预设清理管，清理管数量可采用 4~6 个，材质应与抽提井相同，应采用条缝状筛孔。清理井结构见图 2。

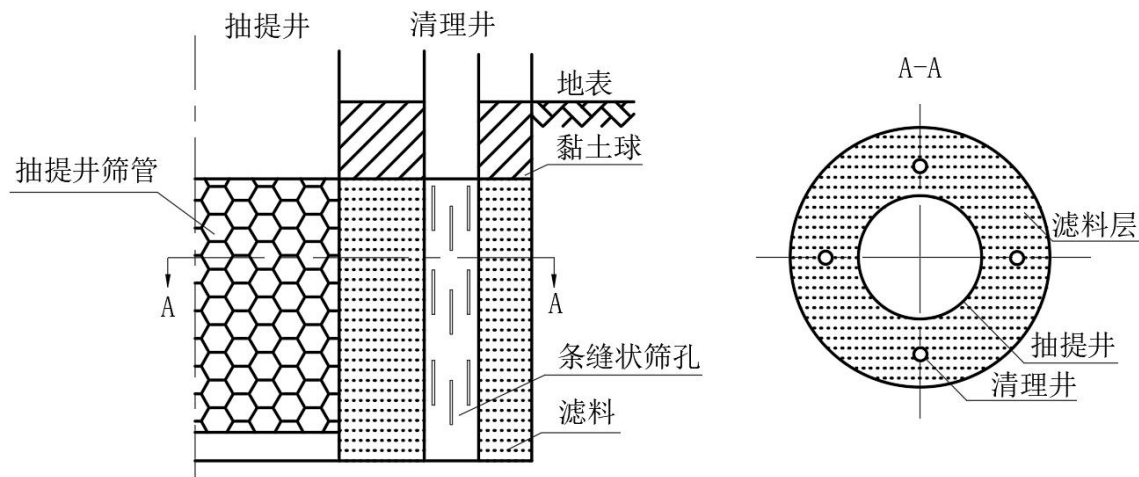


图 2 清理井结构示意图

6 施工

6.1 一般规定

- 6.1.1 施工前应进行现场踏勘，了解施工条件和环境条件，并应编制施工组织设计文件。

6.1.2 施工组织设计应包括下列内容：

- a) 工程任务及要求；
- b) 施工方案、施工技术和质量保证措施；
- c) 主要设备、人员、材料、费用和施工进度；
- d) 特殊环境条件下施工应编制应急预案。
- e) 安全文明生产和环境保护措施。

6.2 成井

6.2.1 成井宜采用全套管旋挖施工工艺。

6.2.2 施工工艺流程宜按测放井位→机械手打设套管护筒→旋挖机就位→旋挖机分段取土成孔的顺序执行。

6.2.3 旋挖成井机械设备宜选用工程旋挖机及其配套设备；安装钻机时，机台应安装稳固水平，工作位置整平后铺设钢板。

6.2.4 成井过程中井身应圆正、垂直，并应符合下列规定：

- a) 井身直径不得小于设计井径；
- b) 顶角的偏斜不得超过 1° ，井段的顶角和方位角不得有突变。

6.2.5 护口管应保证在抽提井施工过程中不松动、井口不坍塌。

6.3 井管安装

6.3.1 井管安装前准备应符合下列规定：

- a) 应根据抽提井结构设计配管，依次编号，并应记录；
- b) 应检查井管质量，并应符合设计要求；
- c) 下管前应再次探井，井管下置应与设计一致；
- d) 长井管进场后，应检查筛孔段符合设计要求。应测量孔深，并对井管滤水管逐根测量、记录。

封堵沉淀管底部，下部封堵铁板不应小于 6 mm；

e) 检查井管焊接，井管焊接接头处应采用套接型，套接接箍长应为 20 mm，应套入上下井管各 10 mm；套管接箍应与井管焊接焊牢、焊缝均匀，无砂眼，焊缝堆高不应小于 6 mm。

6.3.2 下管方法应根据管材强度、下置深度和起重设备能力等因素选定，并宜符合下列规定：

- a) 井管自重或浮重宜小于井管允许抗拉力和额定起重量时，宜采用提吊下管法时；
- b) 井管自重或浮重宜超过井管允许抗拉力和额定起重量时，宜采用托盘或浮板下管法时；
- c) 当井管下置深度过大时，宜采用多级下管法。

6.3.3 下置井管时，井管应直立于井口中心，上端口应保持水平。

6.3.4 井管顶端高度应高出地面 0.3 m 以上。

6.3.5 成井底部的沉淀段应封底。当钻井已经进入松散层下部时，应确保井管坐落牢固。

6.3.6 附属清理井应在主井管下放完成后下放，下放方式应与主井管相同。

6.3.7 采用过滤管的抽提井应设置扶正器，扶正器放置应符合 GB/T 19831.2 的规定。

6.4 填砾与管外封闭

6.4.1 滤料质量应符合下列规定：

- a) 滤料应取样筛分，不符合设计所确定规格的数量不得超过设计总量的 15%；
- b) 颗粒的磨圆度应较好；
- c) 土和杂物含量应不大于设计总量的 1%；
- d) 滤料宜用石英砂。

6.4.2 滤料数量应按填充厚度和管径等计算得到的理论值乘上超径系数确定，超径系数宜为 1.2~1.5。

6.4.3 填砾方法应根据滤料密实性、井壁稳定性、冲洗介质类型和抽提井结构等因素确定。当抽提井较浅时，可由孔口管外直接填入；当抽提井较深时，宜采用返水填砾法或抽水填砾法。

6.4.4 填砾时，滤料应沿井管周围均匀连续填入，并应随填随测，发现填入数量及深度与计算有明显的出入时，应及时找出原因并排除。

6.4.5 多级滤料填充时应借助填料仓结构，如图 3 所示。填料仓顶部及底部应由 2 个相同尺寸的法兰盘组成，单个滤料仓高度宜为 1m。法兰盘应通过若干根圆钢以焊接方式连接，其中圆钢应分别沿法兰盘内圆边界和外圆边界均匀排列，应分别为填料仓内框圆钢与填料仓外框圆钢。基于该种填料仓的结构，抽提井外边界与外框丝网、外框丝网与内框丝网、内框丝网与抽提井管之间应根据需要分别填充不同粒径的滤料。

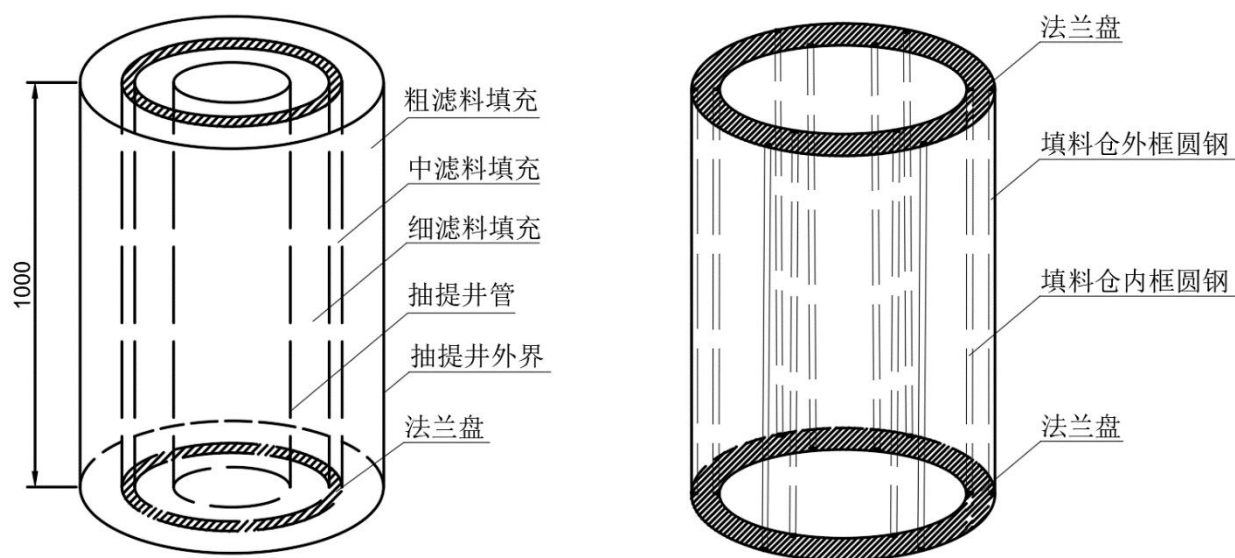


图 3 多级滤料填仓结构示意图

6.4.6 抽提井封闭应符合下列规定：

- a) 应准确掌握止水段的深度和厚度，并确定封闭位置；
- b) 止水段封闭应选用优质黏土球，粒径宜为 20 mm~30 mm，并应在半干状态下缓慢填入；
- c) 井口管外围应封闭，地面应以井管为中心向周围倾斜；
- d) 井管封闭后应检查效果，当未达到要求时，应重新封闭。

6.5 洗井

6.5.1 洗井设计和安装应符合 DB41/T 2500 的规定。

6.5.2 洗井应在井管安装后立即进行，并应从上部开始逐渐加深。

6.5.3 洗井方法应根据含水层特性、抽提井结构及井管强度等因素选用，并宜采用两种及以上联合洗井方法。

6.5.4 松散层抽提井宜采用活塞与压缩空气联合洗井。

6.5.5 碳酸盐岩类地区的抽提井，宜采用液态二氧化碳配合六偏磷酸钠或盐酸联合洗井方法。

6.5.6 碎屑岩岩浆岩地区的抽提井宜采用活塞、空气压缩机或液态二氧化碳等联合洗井方法。

6.5.7 洗井效果应符合下列规定：

- a) 井水中不应含有泥浆等抽提井施工物质，井水应无色透明；
- b) 出水量应接近设计要求或单位出水量不再增加；
- c) 在 24 h 的连续洗井过程中，井水含砂量应趋于稳定。

7 保护

7.1 抽提井保护应采取下列技术措施：

a) 现状保护：安排专人对现场外露抽提井维护，宜在抽提井附近 1m 内用钢管或 PVC 管围住，同时设置警示标志；

b) 预防措施：加强与现场其他分项工程负责人的沟通交流，在基坑开挖和围护施工等过程中，应派专人在抽提井附近看护直至该施工段完成；

c) 已经被破坏的抽提井应进行保护，并根据实际情况采取扶正、焊接等补救措施。

附录 A

(资料性)

常见防堵塞多相抽提井设计工艺汇总表

抽提井 型号	井管材 料**	滤料类 型	滤料结构	过滤段筛 孔形式	附属结 构	适用场景
A 型*	UPVC 或 钢管	石英砂	单层滤料	横切缝	无清理 井	针对生化堵塞设置，适 用于钙、镁等离子含量
B 型	UPVC 或 钢管	黄砂	多层滤料	横切缝	有清理 井	针对物理堵塞设置，适 用于细颗粒、悬浮物等 含量较高的地下水环境
C 型	UPVC 或 钢管	黄砂	单层滤料	斜切缝	无清理 井	针对 NAPL 类污染物设 置，适用于 LNAPL/DNAPL 含量较 高的地下水环境
AB 型	UPVC 或 钢管	石英砂	多层滤料	横切缝	有清理 井	针对生化堵塞、物理堵 塞设置
AC 型	UPVC 或 钢管	石英砂	单层滤料	斜切缝	无清理 井	针对生化堵塞、NAPL 污染物设置
BC 型	UPVC 或 钢管	黄砂	多层滤料	斜切缝	有清理 井	针对物理堵塞、NAPL 污染物设置
ABC 型	UPVC 或 钢管	石英砂	多层滤料	斜切缝	有清理 井	针对生化堵塞、物理堵 塞及 NAPL 污染物设置

*：钻井施工工艺可采用直推、旋挖等工艺，场地涉及填埋物宜采用旋挖干钻工艺不同型号对应不同的防堵塞机制，A 型对应防生化堵塞类型、B 型对应防物理堵塞类型，C 型对应 NAPL 类污染物防堵塞抽提井，不同字母的叠加代表机制的叠加。

**回答：本表中的管材主要根据抽提井深度及所处环境选择，当抽提井深度较大或用于填埋物场地抽提修复时，宜选择钢管材质。

附录 B

(资料性)

防堵塞多相抽提井工程典型案例

序号	场地名称	场地污染物类型	堵塞类型	防堵塞抽提井类型	运行时间	服役效果
1	上海安亭某填埋物处置工程	重金属、VOCs、SVOCs、填埋物	物理	B 型	1.5 年	单井出水量较常规抽提井提高 30%以上，单井影响半径提高 20%以上。
2	上海嘉定某农药类污场地	重金属、VOCs、SVOCs、NAPL 类	生化	A 型/AC 型	8 年	井管服役年限延长 50%，单井影响半径提高 10%。
3	嘉兴某印染污染场地	重金属、NAPL 类	物理	B 型/BC 型	1 年	NAPL 回收效率提高 30%。