

地下水环境监测井施工技术

刘广辉

摘要 设置地下水环境监测井,即是对生产设施可能出现的污染进行监测。监测井区地质情况复杂,施工技术要求高,且工期短。在施工中,选择合理的钻井工艺,采用简便易行的洗井方法,按期优质地完成了施工任务。

关键词 地下水 环境 监测井 钻井 洗井

Construction Techniques of Underground Water Environment Monitoring Well

Liu Guanghui

(Beijing Yanshan Petroleum & Chemical Company, Beijing, 102500)

Abstract The setting of underground water monitoring well can monitor the possible pollution resulted from productive facilities. Geological conditions around the monitoring well are complex. High-level techniques and short working time are demanded for the well construction. Reasonable drilling technique is selected, advanced well flushing methods are proposed and the job is finished with high-quality on time.

Key words underground water, environment, monitoring well, drilling, well flushing

自然环境是人类赖以生存的基础,环境保护日益受到人类的重视。为及时发现生产装置可能发生的污染,先于新建生产设施前设置监测装置的方法,国际上已通行,地下水环境监测井即为其主要形式之一。

我公司和美国GE公司合资在燕山石油化工公司化工二厂内建设双酚A和聚碳生产装置,GE公司要求在其拟建生产装置区事先设置地下水监测井,采取土样和水样,并在以后的生产期间不断采取水样,从而监测生产对地下水的污染情况,以便及时采取治理措施,保护环境。决定在拟建场地周边设置7口地下水环境监测井,工期为1个月(1996年10~11月)。

1 监测井工程概况

监测井的设置要求执行美国美商西图工程顾问国际有限公司的《监测井设置规范》,要求井深15 m,终孔直径127 mm(5 in),钻井、取土过程中机具要清洁无油,井管为 $\varnothing 50.8$ mm(2 in)PVC管,井筛管为PVC管钻以梅花形分布的 $\varnothing 6$ mm孔,并包40目纱网,各部分采用焊接或扣接,井壁与井管间的空隙用20~40目石英砂填充。在洗井达稳

定状态后，采集水样。

监测井完成后，测量井管顶点的井位坐标及高程。

2 拟建厂区的地质情况

拟建厂区的地质层为：(1)杂填土层，由风化砂、碎卵石、砖渣和粘性土等构成，结构松散，厚度1~2 m，且分布有大量地下管线；(2)第四系冲、洪积漂、卵石层，呈圆形或亚圆形，直径一般4~20 cm，大者可达50 cm以上，所占比例(质量比)约为70%~90%，主要由中酸性火成岩及浅变质岩组成，充填物主要为粗砾砂混少量粘性土，厚度6~7 m；(3)全强风化花岗闪长岩，组织结构已基本破坏，裂隙发育，岩体破碎。地表标高为104.6~108.3 m，地下水位深度为1.0~3.0 m。

3 监测井施工

3.1 钻井

施工使用100 m东风汽车钻，最大开孔直径146 mm。施工前，对钻头、钻杆和取土器等机具用高压蒸汽和无磷洗涤剂除污，以保证清洁无油。

3.1.1 表层杂填土的钻进

拟建厂区地表的杂填土结构松散，且埋设有大量地下管线，为保证安全施工，在井位处先挖探槽，以避免地下管线。以 $\varnothing 146$ mm钻头开孔，无水钻进，在钻深0.5 m时及在初见地下水时各取样一次。

3.1.2 漂、卵石的钻进

此地区的漂、卵石层胶结较差，且基本全在地下水位以下。钻进时，由于提下钻具带动地下水冲刷井壁及真空抽吸作用，井壁极易坍塌，而且会出现取心率为零的情况，即久钻不进尺，甚至越钻越浅。

孔壁坍塌主要是由于地下水的浸泡和提下钻具时的水力波动所造成，坍塌处通常在地下水位附近。而且卵石层厚度较大，地下水位较高，根据工期和现有设备条件，我们使用内壁焊有钢丝刺的合金钻头，保证取心率，快速干钻到水位下2~3 m，尽量缩短裸眼时间，迅速下入套管(4~5 m)，护住易坍塌层。井壁和套管间用膨润土密封。此地下水为潜水，故此地层压力属于无压或低压，采用稀泥浆(密度1.03 kg/L左右)即可使井内液柱压力略大于地层压力，从而在井壁上形成薄泥皮，增加孔壁稳定性，抑制孔壁坍塌。为减少提下钻具时的水力波动，提下钻具时应轻提慢放。

该方案简便易行，所用的膨润土量较少，对洗井影响不大，保证了工期。

3.1.3 全强风化花岗闪长岩的钻进

此地层岩体因风化而裂隙发育、破碎、且强度较低，在钻头破碎和泥浆循环冲刷下岩体呈砂状，进尺快。因此应控制钻速和钻压，保证良好的泥浆循环，及时排净钻屑，预防埋钻事故的发生。

3.2 洗井

本监测井的井内蓄水量约为100 L，而汲水管的每次汲水量仅有1 L左右，洗井要求汲出3倍的井内水量，则汲水洗井时间长，而且劳动强度大。

监测井的井筛管为打孔(PVC)塑料管，强度较低，尤其在接头焊接处，极易破损。若采用抽水洗井，易造成PVC井筛管的破裂，导致监测井报废。美国规范中，也建议尽量不使用抽水洗井。

气举(压气)反循环洗井法是一种简便易行的洗井法，在井中下入50.8~76.32 mm(2~3 in)的排水管，再于此管中插入压缩空气管，在排水管内形成气液混合液的密度小于管外的液体密度，从而产生压差，气液混合液从排水管内排出。在不考虑各种阻力、惯性力的情况下，要实现气举，下式应达到平衡：

$$(L + h) \rho_1 \geq (H + L) \rho_m$$

即

$$h \rho_1 \geq H \rho_m$$

排水口至气液混合器的距离； h 气液混合器的浸没深度； ρ_1 管外的液体密度； ρ_m 气液混合体的密度； α 浸没系数，一般为0.3~0.7时，具有较好的洗井效果。

根据监测井孔径较小(2 in)，井身上部有膨润土封和水泥浆封的特点，直接利用井管作排水管，供气管采用 $\phi 10$ mm橡胶管，排出的水不循环入井，以得到未受施工影响的原地下水。此类含水层的渗透系数 $K > 0.1$ cm/s，经验值一般取 $K > 100$ m/d，如气管下入井内6.0 m，井筛管长(L)4.0 m，地下水位3.0 m，则：

$$\text{浸没系数：} \alpha = h/H = 3/6 = 0.5$$

$$\text{风压：} P > h \rho_1 / 10 + P_{\text{损}} = 130 \text{ kPa}$$

式中： $P_{\text{损}}$ 管路损失，一般为10~100 kPa。排出1 m³井液所需气量(C取11)：

$$V_{\text{气}} = \rho_1 (H-h) / [C \cdot \lg(h/10 + 1)] \\ 1 \cdot 3 / (11 \cdot \lg 1.3) = 2.39 \text{ m}^3$$

出液口气液流的排量：

$$V_{\text{液}} = (1 + V_{\text{气}})Q/60 = (1 + 2.39)Q/60$$

$$0.0565Q \text{ m}^3/\text{min} = 56.5QL/\text{min}$$

式中： Q 排量效率，如 Q 取0.3， $V_{\text{液}} = 16.9$ L/min；如 Q 取0.7， $V_{\text{液}} = 39.5$ L/min。

渗入井管的水量：

$$q = 65 \text{ DL} \sqrt{K} = 65 \times 0.05 \times 4.0 \times \sqrt{100} \\ = 189 \text{ m}^3/\text{d} = 131 \text{ L}/\text{min}$$

洗井气源为化工二厂仪表压缩管线风，压力600 kPa，气压、风量稳定，使用时根据出水量用阀门控制。

从以上计算可见地层的渗水量大于排水量，不循环即可保证连续洗井，从而达到较好的洗井效率。

在排水量达到300 L时，测量水的温度、pH值和电导率，随后每排水100 L测量一次。从测量结果可知，排水量达300 L时，其物化性能就已基本达到稳定状态，即可判

定此时所排出的水为未受本次施工影响的原地下水。整个洗井过程未出现井身受损现象，每井耗时30~40 min。

使用汲水管采集水样，操作者需戴乳胶手套，避免污染水样。

4 结语

(1)此次地下水环境监测井的施工，是我处首次执行美国规范，在美方现场监理下完成的。克服了地质情况复杂，技术要求高，工期短的困难，按期优质地竣工，证明采用的钻井技术是切实可行的。

(2)在地下水位高，胶结较差的漂、卵石层钻井，采用内壁焊接有钢丝的合金钻头，成本低，取心率高；使用部分套管，配合稀泥浆钻进，具有较好的护壁作用，且易于操作，设备要求低。

(3)在3号井钻井时，由于设备故障，在井深7 m处，泥浆循环中断，井内钻屑未能及时排出，沉积埋钻，造成钻杆被拉断。由此可见，良好的泥浆循环是保证钻井顺利的关键之一。

(4)对于井身结构强度低、孔径小的井，采用改进的压气洗井法，即可达到高效率，又不至于出现井身受损的现象。施工中的实际排水量较理论值偏小，是因为井筛部分有开孔与井身外相通，损失了部分气举能量。

作者简介:刘广辉:北京燕山石油化工公司勘测工程处。地址:102500 北京10050信箱;电话:010-69345526。

参考文献

- [1] 美国美商西图工程顾问国际有限公司.监测井设置规范.1996.
- [2] 张泽业.工程施工钻技术.成都:成都科技大学出版社,1993.
- [3] 工程地质手册.北京:中国建筑工业出版社,1975.
- [4] 黄熙龄,秦宝玖,等.地基基础的设计与计算.北京:中国建筑工业出版社,1981.

收稿日期:1998-08-24