

一井多层地下水监测井施工关键技术与设备

林 沛¹, 夏 孟², 刘久荣¹, 张建良², 周 涛¹, 王家忠¹

(1.北京市水文地质工程地质大队, 北京 100195; 2.北京市地质工程勘察院, 北京 100037)

摘 要:一井多层地下水监测井引入了westbay分层监测系统, 实现了一井多层地下水监测, 推动了地下水监测技术发展。一井多层监测井, 在施工材料和施工工艺方面有所创新。

关键词:一井多层; 地下水监测; 施工工艺

中图分类号: X853

中图分类号: A

文章编号: 1007-1903(2012) 01-0038-04

为了进一步完善北京市地下水监测网系统, 中国地质环境监测院承担的“北方主要平原盆地地下水动态调查评价综合研究”项目, 引进了加拿大斯伦贝谢公司生产的westbay地下水分层监测设备, 并委托北京市水文地质工程地质大队在通州区张家湾地面沉降监测站内, 建设一井多层地下水监测井示范工程。

1 多层监测井工程概况

一井多层监测井成井井深311m, 孔径 $\phi 450$, 管径 $\phi 127$, 监测含水层组共18层。根据设计要求, 施工采用红星600型钻机及其配套设备。管材均选用规格为 $\phi 127$ 的不锈钢管材, 壁厚6.5mm, 内外平整, 本体扣连接; 滤水管采用不锈钢缠丝, 打孔直径 $\phi 18$, 孔隙率8%~10%; 导砂管采用 $\phi 73$ 的油管加工而成, 壁厚 $\phi 5.5$, 通过管箍丝扣连接。止水材料由50%的膨润土颗粒(CHIPS)和50%的粗砂组成, 颗粒状, 直径 $\phi 8$; 砾料采用岩性坚硬、浑圆形、干净、均匀的石英砂, 粒径2~4mm。

2 监测设备

Westbay分层监测系统, 是由加拿大斯伦贝谢公司生产的一种模块化多层地下水监测装置。它采用一根带有阀门的密闭检查管, 使用阀门通过单一套管进入井孔的不同

位置。在部件实际长度与井孔相符合的情况下, 可以实现对多层地下水位(水头)监测。同时, 使用阀式接箍, 可在每个区域进行所有的标准水文地质测试, 无需重复清洗便可进行常规取样。除此之外, 直到安装时的任何时刻, 均可以增加或修改区域, 而不会影响其他区域, 也不会使装置复杂化。根据钻井过程中获取的信息确定之监测区域的数量和位置, 只需在钻井前确定出要求范围即可。

Westbay分层监测系统, 包括永久性安装在井孔中的套管部件与手提式压力测量和取样探头, 以及专用工具。套管部件, 包括了各种长度的套管节、常规接箍、两种性能各异的阀口接箍, 以及用来封闭监测区之间环形空间的封隔器。Westbay套管装置见图1~3。

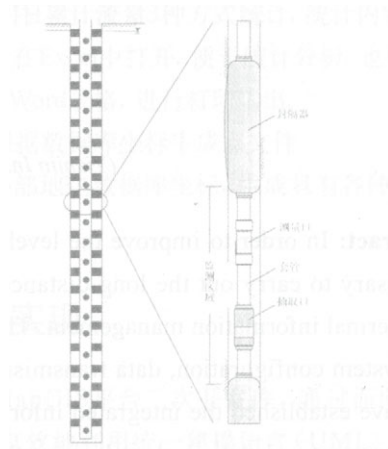


图1 Westbay套管装置示意图

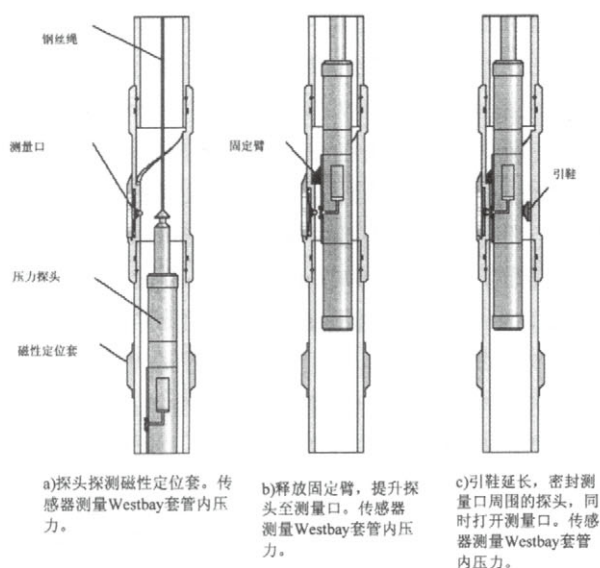


图2 Westbay套管装置示意图

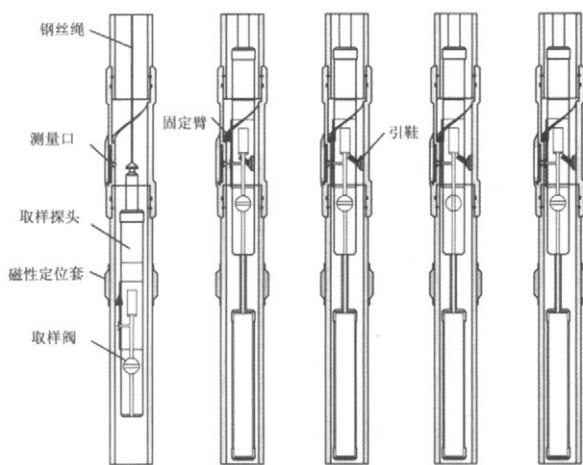


图3 Westbay取样装置示意图

3 监测井施工关键技术

与以往常规的监测井施工相比, 主要需要解决的以下问题: 第一, 如何保证监测井使用寿命, 又不对地下水水质影响。第二, 由于在一个井孔中同时监测18个含水层, 要保证各个含水层之间的地下水互不融通和填入的砾料不错位, 如何保证填砾与止水位置准确。

解决第一个问题关键, 在于如何选取井管材质。如果采用普通的PVC井管, 由于该监测井井深要达到300m以上, PVC管达不到所需要的强度。如果选取普通的无缝钢管, 虽然其强度能达到要求, 但普通钢管因腐蚀生锈等原

因对地下水水质有不利的影响; 最终将本监测井选用管材确定为不锈钢管材, 既保证了监测井使用寿命, 又防止了普通钢管因腐蚀生锈对地下水水质的影响。

第二个问题, 是如何保证填砾与止水位置准确。由于各层间距较小, 最小层厚只有3m, 最大层厚也只有17m, 因此很容易在止水过程中导致填料位置错层。要避免错层, 必须在填料的过程中准确测量砾料面的位置, 准确计算所需砾料的数量。常规测量工具很难准确测量。本次施工工艺复杂, 技术与工程难度大, 具体表现在以下几点。

(1) 止水材料由50%的膨润土颗粒(CHIPS)和50%的粗砂组成。膨润土制成颗粒状, 直径8mm, 用前制好、晾干。该止水颗粒与传统的粘土球相比, 具有隔水性好, 不易软化, 且无毒、无嗅、不污染水质等优点; 同时, 选用膨润土颗粒和粗砂1:1配比, 使粗砂填充到膨润土颗粒的缝隙当中, 防止了膨润土颗粒因体积压缩而产生的错层, 从而起到更好地止水效果。

(2) 在一个井孔中同时监测18个含水层, 保证各个含水层之间的地下水互不融通, 因此要求填砾与止水位置必须准确。由于各层间距较小, 最小层厚只有3m, 最大层厚也只有17m, 因此很容易在填料的过程中导致填料位置错层。要避免错层, 就必须在填料的过程中准确测量砾料面的位置, 准确计算所需砾料的数量。常规测量工具很难准确测量, 因此施工组根据实际情况研制了一种探深器, 其工作原理是将感应触头通过导砂管下入孔内, 当感应触头接触到砾料面后就会倾斜, 通过电线连接的地面信号接收装置就会发出报警信号, 从而能准备测量砾料面位置, 保证填砾止水效果。采用导砂管涡旋式泵送填料, 更能保证砾料与止水材料均匀地落入孔内, 保持砾料面高度一致, 防止填料位置错层。

(3) 采用导砂管填料时, 由于导砂管内径较小($\phi 62\text{mm}$), 在填料过程中, 容易导致导砂管堵塞。为避免导砂管堵塞, 必须合理控制填料速度以及孔内泥浆粘度。特别是在填止水材料时, 因止水材料是50%的止水颗粒加50%粗砂, 两种材料在管中下落的速度不一样, 粗砂快, 止水颗粒慢, 很容易引起堵塞, 因此要严格控制填料速度。同时, 当孔内泥浆粘度过大时, 会使止水颗粒悬浮管中, 导致导砂管堵塞。根据施工经验, 泥浆粘度控制在16~17s, 投放速度控制在15~20L/min, 效果较好。随着填料深度降低, 可以适当增加填料速度。

(4) 采用双气囊止水分层抽水洗井。由于含水层数量较多, 传统的洗井方式很难保证每一个含水层的洗井效果

都达到要求。而采用双气囊止水分层洗水工艺方法,可以将潜水泵直接下入到目的含水层,并使气囊充气隔离相邻含水层的影响,达到最佳的洗井效果。采用气囊止水分层洗井时,由于气囊较薄,容易被井管内壁上的突起划破,因此要打磨井管内壁。而提下泵时速度过快,会使气囊下翻或者上翻,使气囊与井管摩擦,将气囊磨坏。经反复试验,现场提下泵速度控制在20~30m/h,同时气囊压力不能过大,气囊不容易损坏。气囊在没有水压的情况下,最大承受压力为0.7MPa,气囊压力要根据现场实际情况合理调节,随着含水层的加深,适当加大。

4 监测试验数据分析

利用westbay分层监测系统,对18个含水层进行地下水水位监测,监测频率为2次/月,连续监测两个月,监测数据见表1。

利用公式(1)将含水层水位监测数据换算为含水层水位埋深。

$$S=M-(H_t-H_0) \quad (1)$$

式中: S —含水层水位埋深(m);

M —含水层埋深(m);

H_t —含水层水头监测数据(m);

H_0 —大气压代表水柱高度(m);

从图1看出,4次监测数据结果趋势基本一致,含水层水位埋深由浅至深呈逐渐增大的趋势。同时,含水层水位埋深变化曲线中出现了3次拐点,拐点前各含水层水位与含水层埋深呈现良好的线性关系。而拐点前后水位埋深变幅突然增大,结合含水层的埋藏特性,可以将18个含水层概化为4个大的含水层组:其中埋深小于50m的含水层为第一含水层组,埋深在50~120m的含水层为第二含水层组,埋深在120~180m的含水层为第三含水层组,埋深大于180m的含水层为第四含水层组。可以推断,浅层地下水必然对深层地下水有所补给,各含水层之间具体的水力联系还有待进一步研究。

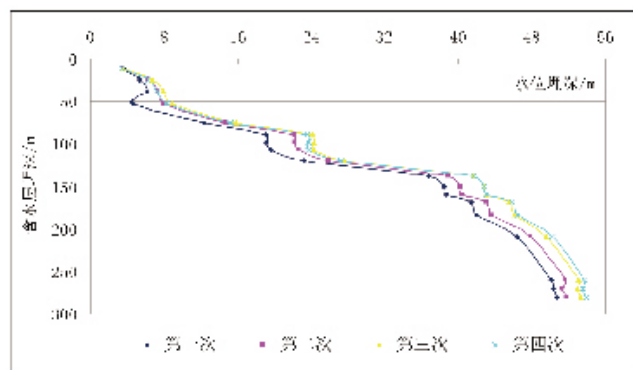


图1 含水层水位埋深曲线变化图

表1 含水层地下水水位监测数据

水位埋深(m)	含水层埋深(m)	第一次监测水位数据(m)	第二次监测水位数据(m)	第三次监测水位数据(m)	第四次监测水位数据(m)
第1层	11.90	18.46	18.57	18.55	18.63
第2层	24.20	29.01	28.07	27.61	28.16
第3层	38.60	42.66	41.40	40.89	41.55
第4层	52.80	58.41	55.05	54.12	54.74
第5层	74.80	72.56	70.30	69.12	69.75
第6层	89.00	80.01	77.00	74.97	75.56
第7层	98.20	89.22	86.20	84.05	84.65
第8层	107.30	97.84	94.83	93.19	93.77
第9层	119.60	106.55	103.84	102.17	102.54
第10层	137.80	111.19	109.10	106.28	106.28
第11层	150.00	121.73	119.93	117.32	117.31
第12层	159.30	130.76	128.96	126.47	126.45
第13层	168.60	137.34	135.69	133.23	132.92
第14层	183.20	151.37	149.71	147.21	146.85
第15层	209.60	173.37	171.84	170.23	169.56
第16层	260.70	220.72	219.26	217.85	217.19
第17层	270.80	230.65	229.61	228.07	227.44
第18层	280.80	240.28	239.24	237.68	237.07

5 结语

通过本监测井施工经验总结以下意见供大家参考。

(1) 该监测井资金投入大。虽然一井多层监测井可以同时监测多个含水层组, 相当于多眼常规监测井, 但是由于westbay设备资金投入较大, 以及施工材料价格较高, 导致一井多层监测井一次性投入资金量较多。

(2) 施工难度大。由于一井多层监测井需要同时监测多个含水层组, 施工难度增大, 特别是填砾止水工作关系监测井的成败, 不仅要合理控制填料速度防止堵塞, 而且要准备测量砾料面防止错层, 致使其施工难度和工程量均比常规监测井较大。

(3) 野外环境要求苛刻。一井多层监测井尚不能实现自动监测及数据自动传输, 需要人工野外监测。由于westbay设备(绞车、三角架)较重搬运不便, 且需要220V

交流电源, 同时监测探头等精密设备对野外的风沙等恶劣环境适应性较差。所以, 监测井宜建设于已有监测站内, 不宜建于无井房无电源的野外。

(4) 本监测井施工工艺具有示范作用, 可供有关施工单位参照。

参考文献

- [1] 周 涛等.一孔多层地下水监测示范工程建设总结报告[R].北京市水文地质工程地质大队.
- [2] 刘久荣等.北京市地下水监测[J].城市地质调查理论方法创新研讨班论文集.北京市地质矿产勘查开发局.2010.11.
- [3] 张宏达, 卞振举等.单孔多层地下水监测技术在地下水研究中的应用[J]. 2010中国环境科学学会学术年会论文集(第三卷)》2010年.

Construction Key Techniques and Equipments of Single Monitoring Hole with Multi-layer Groundwater System

LIN Pei¹, XIA Meng², LIU Jiurong¹, ZHANG Jianliang², ZHOU Tao¹, WANG Jiazhong¹

(1.Beijing Institute of Hydrogeology and Engineering Geology, Beijing 100195 2.Beijing Institute of Geo-engineering Survey, Beijing 100037)

Abstract: The application of single monitoring hole with multi-layer groundwater system into the Westbay hierarchical monitoring system, has promoted the development of groundwater monitoring. Furthermore, the construction materials and construction techniques have been improved because of the application of the techniques and equipments.

Keywords: Single monitoring hole with multi-layer groundwater; Groundwater monitoring; Construction technique

北京打出117摄氏度高温自流地热井

本刊讯(记者段金平 周楚军)1月5日,北京首例地热资源整装勘查项目——北京市凤河营地热田地热资源整装勘查项目获重大勘查突破,该项目第三眼地热勘探井于2011年12月27日顺利竣工完井,成功探获117摄氏度高温自流地热水汽混合流体。该地热勘探井同时刷新了北京市地热资源勘查温度纪录、地热流体压力纪录和地热流体自流流量纪录等三项地热资源勘查记录。该井成井深度3356米,为日自流量3002.5吨、温度117摄氏度的高温自流地热井。