

利用 Aquifertest 预测抽水井对观测井影响的可行性研究

龚雯, 户巧梅, 张会明, 余辉

(四川省核工业地质调查院, 成都 610061)

摘要: 抽水试验中需了解抽水井如何影响观测井时, 开挖观测井有时是不太实际的, 利用 Aquifertest 软件预测抽水井对观测井位置的降深影响, 可以节省大量资金和工作量; 为了验证 Aquifertest 预测结果的可靠性, 在预测位置设置实际观测井, 将降深曲线的预测结果跟实际观测结果相比较, 结果表明预测曲线与实测曲线重合度高, 预测与实测的参数值相对误差: $\delta T=0.5\%$, $\delta \mu=5.5\%$, 参数值的误差较小, 预测结果精确。表明利用 Aquifertest 预测抽水井对观测井影响是可行的。

关键词: 抽水试验; Aquifertest; 预测; 可行的

在野外抽水试验中, 常常需要观测抽水井对该地区不同位置井的影响, 从而更加清楚地了解该地区的水文地质条件。但是通常在这些井点上需要使用观测井, 现实条件下这种情况费用较高, 而且需要较长时间的野外试验。利用 Aquifertest 软件在其余井位置上设置虚拟观测井来预测抽水井对其余井的降深影响, 可以节省大量资金和工作量, 而且结果准确可靠。

Aquifertest (含水层试验) 软件是加拿大滑铁卢水文地质公司开发研制的专门用于抽水试验资料分析、数据处理的图形化分析和研究的软件^[1]。下面以 Aquifertest 预测观测井位置的降深曲线与野外试验所得的降深曲线对比分析来说明预测结果的可靠性。

1 试验概况

1.1 抽水试验资料

在新泰市放城镇马家寨村水源地承压含水层中进行了多孔稳定流抽水试验, 抽水井编号为 13#, 井深 125.06m, 井径 0.11m; 26#观测井井深 120m, 井径 0.11m, 观测井距抽水井距离 $L_1=200\text{m}$; 17#观测井是为了比较 Aquifertest 模拟的虚拟观测井结果而实际布置的观测井, 该观测井距抽水井距离 $L_2=350\text{m}$, 井深 108.0m, 井径 0.11m, 静止水位埋深为 7.63m; 抽水井稳定流量为 $18.6\text{m}^3/\text{h}$, 根据现场编录资料, 含水层厚度 $M=35.25\text{m}$, 抽水井、观测井初始静止水位埋深为 10.48m, 抽水试验进行了 480min, 26#观测孔抽水试验资料如表 1。

表 1 新泰市放城镇马家寨村承压含水层抽水试验资料

累计观测时间/min	0	1	3	5	10	15	20	25	30	60
水位埋深/m	10.48	10.68	11.83	12.52	14.02	14.58	15	15.39	15.72	16.78
累计观测时间/min	90	120	150	180	210	240	300	360	420	480
水位埋深/m	17.89	18.03	18.04	18.04	18.04	18.05	18.05	18.05	18.05	18.05

2 Aquifertest 软件预测 17#观测井位置的降深-时间曲线

2.1 用 Aquifertest 软件计算含水层参数

1) 利用 Aquifertest 软件分别设置三口完整井 (13#、26#、17#)。13#抽水井稳定流量为 $18.6\text{m}^3/\text{h}$, 抽水时间 480min, 26#观测井位于 13#以南 200m, 17#观测井暂且不激活。各井的设置见如图 1 所示。

	Name	Type	X [m]	Y [m]	Elevation (amsl)	Benchmark [m]	Penetration R [m]	L [m]	b [m]	r [m]	
1	13#抽水井	Pumping Well	0	0	0	0	Fully	0.15	2.8	125.06	0.11
2	26#观测井	Observation Well	200	0	0	0	Fully	0.15	2.8	120	0.11
3	17#观测井	Not Used	350	0	0	0	Fully	0.15	2.8	108	0.11

图 1 抽水试验中各井的详细资料

2) 在流量数据库中激活 13#抽水井, 选

择稳定流，输入参数 18.6。

3) 在水位数据库中输入静止水位 10.48m，同时输入表 1 数据。

4) 在分析中点击 26#观测井，点击时间-降深分析，则 26#观测井的降深-时间曲线如图 2 所示。

5) 在分析中进入 Theis 分析，为了消除抽水过程中由于含水层的泄漏及含水层其它边界条件的影响，可以取时间-降深中的前 100m in 进行自动匹配，此时计算出的含水层参数精确。匹配后的 Theis 曲线如图 3。

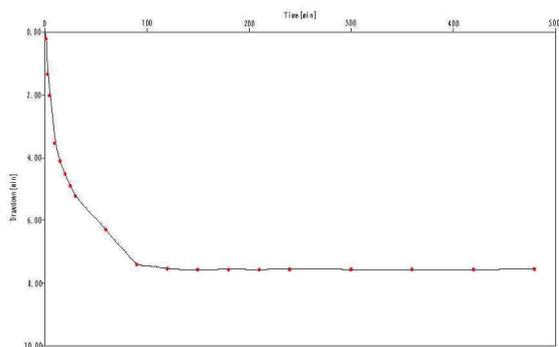


图 2 时间-降深曲线

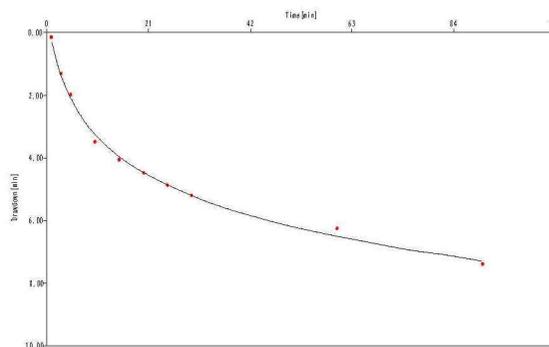


图 3 匹配后 Theis 曲线

根据匹配后的 Theis 曲线自动计算出该抽水试验的参数值为：

Transmissivity (导水系数) $T=2.15E-4$ (m^2/s)

Storativity (贮水系数) $\mu^*=1.45E-6$

2.2 17#观测井位置降深预测

1) 激活 17#虚拟观测井，设置 17#观测井的静止水位为 0，为了使 17#观测井的时间-降深曲线有截止时间，可以设置一系列虚拟点，这些虚拟点的水位可以设定成任何值，这不会影响观测井的降深预测。为了简单起见，这里设置各时间水位值为 1m。

2) 在分析中点击 17#观测井，将 17#观测井的参数值 T 和 μ^* 改成与上面 26#观测井的参数值相同。预测得到了 17#观测井位置的时间-降深曲线如图 4 所示。

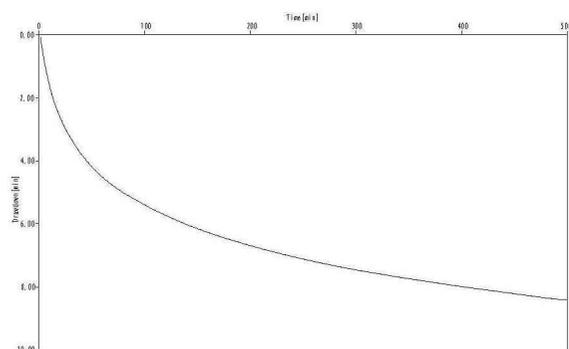


图 4 17#观测井预测时间-降深曲线

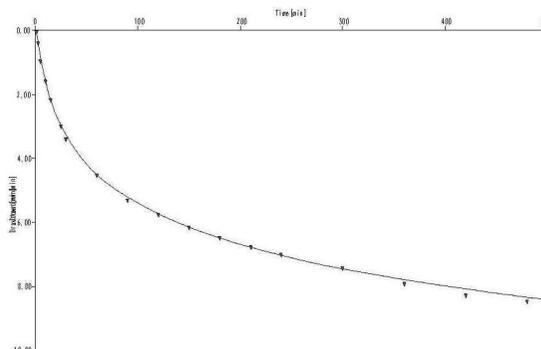


图 5 17#观测井实测时间-降深曲线

3 17#观测井实际降深-时间曲线

为了便于跟预测结果相比较，在预测位置实际设置了 17#观测井，野外抽水试验中 17#观测井观测的时间-降深数据见表 2。根据以上数据作出 17#观测井的实际时间-降深曲线如图 5。

表 2 17#观测井野外观测时间-降深数据表

累计观测时间/min	0	1	3	5	10	15	20	25	30	60
水位埋深/m	7.63	7.68	8.04	8.36	9.22	9.84	10.26	10.65	10.92	12.18
累计观测时间/min	90	120	150	180	210	240	300	360	420	480
水位埋深/m	12.87	13.4	13.81	14.15	14.43	14.69	15.08	15.44	15.76	16.02

根据 17#观测井，实际测得该抽水试验的参数值为：

Transmissivity (导水系数): $T=2.16E-4$ (m^2/s)

Storativity (贮水系数): $\mu^*=1.37E-6$

4 17#观测井预测与实测时间-降深曲线对比分析

为了方便比较 17#观测井预测时间-降深曲线的可行性,将该井预测与实测的时间-降深曲线放在同一图上(图6)。

由上图可以看出,预测曲线与实测曲线重合度高,预测与实测的参数值相对误差: $\delta T=0.5\%$ 。

$\delta \mu^*=5.5\%$, 参数值的误差较小,因此用 AquiferTest 软件模拟虚拟观测井是可行的,计算结果精确可靠。

5 结论

根据上面用 AquiferTest 软件预测与野外实测的时间-降深曲线对比得到结论如下:

1) 软件预测的参数设置如下: 13#抽水井稳定流量为 $18.6m^3/h$, 静止水位 $10.48m$, 抽水时间 $480min$; 26#观测井距 13#井 $200m$, 17#观测井距 13#井 $350m$ 。为了消除抽水过程中由于含水层的泄漏及含水层其它边界条件的影响,抽水时间不易太长,否则测得的导水系数 T 和贮水系数 μ^* 不精确,时间越长,含水层的泄漏及含水层其它边界条件的影响越大, μ^* 越不精确。

2) 利用 AquiferTest 软件预测观测井位置的降深曲线与实测观测井的降深曲线重合度高,预测与实测的参数值相差较小,利用 AquiferTest 软件模拟抽水井对观测井影响可行性高,模拟计算的参数值结果精确可靠。

3) 利用 AquiferTest 软件可以预测除抽水外任意位置的降深。这大大节约了设置观测井的费用和工作量,给抽水试验工作带来了极大的方便。

参考文献:

- [1] 蒋辉等. 基于 AquiferTest 的抽水试验参数计算方法分析[J]. 水文地质工程地质, 2011, 38(2): 35~38.
- [2] 陈雨荪, 颜明志. 抽水试验原理与参数测定[M]. 水利电力出版社, 1985.
- [3] 刘大海. 无界含水层稳定井流水文地质参数的解算方法——兼对“井损的消除方法及其在抽水试验中的作用”一文的高榷[J]. 工程勘察, 2010(1): 86~91.

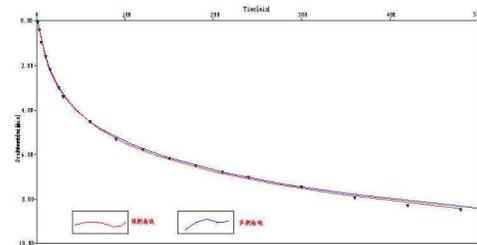


图6 17#观测井预测与实测时间-降深曲线对比