

确定布井安全距离的实验分析

刘伟才

(沧州水文水资源勘测局,河北 沧州 061000)

【摘要】 在沧州市规划区西北部将要开发的龙岸清华小区开凿了一组共9眼浅层地下水井,用抽水试验的方法确定抽水井和建筑物的安全距离。通过实验发现在试验区特定的水文地质条件下,单井抽水的最大影响半径为55.1m;结合以往资料确定抽水井距离建筑物的安全距离为大于18m。

【关键词】 地下水井;抽水实验;影响半径;安全距离

中图分类号:TV221.2

文献标识码:A

文章编号:2096-0131(2017)02-0072-03

Experimental analysis on safe distance of well distribution

LIU Weicai

(Cangzhou Hydrology and Water Resources Survey Bureau, Cangzhou 061000, China)

Abstract: A total of nine shallow underground wells in one group are drilled in Longan Qinghua Living District in the Northwest of Cangzhou Planned Area. The method of water pumping for testing is adopted for determining the safe distance between the water pumping well and buildings. It is discovered through experiment that the maximum influence radius of single-well water pumping is 55.1m under specific hydrogeological conditions in the test area. Previous data are combined for determining that the safe distance between water pumping well and the building is larger than 18m.

Key words: underground well; water pumping experiment; influence radius; safe distance

1 引言

城市街道纵横,建筑物密布,各种公共服务设施更是关系到人们的日常生活起居,因此,在城市建筑群中抽取地下水,安全问题是第一位的。在沧州市规划区西北部将要开发的龙岸清华小区开凿了一组共9眼浅层地下水井,为了确定井与井、井与建筑物的安全距离,用抽水试验的方法加以分析确定。

2 测定实验及结果分析

2.1 测定方法

沧州市规划区西北部将要开发的龙岸清华小区开

凿了一组共9眼浅层地下水井,其中一眼为抽水井,其余为观测井,井深全部为25m。抽水井管径为450mm,观测井为 $\phi 4$ 英寸PVC管。观测井距抽水井的距离分别为9.80m、14.83m、17.85m、19.75m、21.72m、24.55m、39.55m和52.15m。抽水试验用三种不同出水能力的水泵,额定出水量分别为 $6\text{m}^3/\text{h}$ 、 $10\text{m}^3/\text{h}$ 和 $16\text{m}^3/\text{h}$,实测出水量分别为 $5\text{m}^3/\text{h}$ 、 $8.5\text{m}^3/\text{h}$ 与 $10.5\text{m}^3/\text{h}$ 。通过3次抽水试验测定稳定降深,得到相应情况下的抽水影响半径,继而确定抽水井和建筑物的安全距离。

2.2 单井抽水影响半径的确定

分别于7月11日、7月14日、7月16日进行抽水实验,3次试验抽水井稳定降深分别为8.92m、14.09m

和 15.41m。同时 8 眼观测井(编号为孔 1~孔 8)的降深见表 1。

表 1 抽水实验观测井降深

试验序号	井别	出水量/ (m ³ /h)	开始 时间	结束 时间	最大降 深/m
1 次 (7月11日)	抽水井	5.00	10:30	20:00	8.92
	孔 1	5.00	10:30	20:00	0.08
	孔 2	5.00	10:30	20:00	0.10
	孔 3	5.00	10:30	20:00	0.07
	孔 4	5.00	10:30	20:00	0.09
	孔 5	5.00	10:30	20:00	0.10
	孔 6	5.00	10:30	20:00	0.11
	孔 7	5.00	10:30	20:00	0.04
	孔 8	5.00	10:30	20:00	0.02
2 次 (7月14日)	抽水井	8.50	8:16	24:00	14.09
	孔 1	8.50	8:16	24:00	0.25
	孔 2	8.50	8:16	24:00	0.23
	孔 3	8.50	8:16	24:00	0.18
	孔 4	8.50	8:16	24:00	0.19
	孔 5	8.50	8:16	24:00	0.27
	孔 6	8.50	8:16	24:00	0.26
	孔 7	8.50	8:16	24:00	0.07
	孔 8	8.50	8:16	24:00	0.06
3 次 (7月16日)	抽水井	10.50	8:52	22:30	15.41
	孔 1	10.50	8:52	22:30	0.23
	孔 2	10.50	8:52	22:30	0.23
	孔 3	10.50	8:52	22:30	0.20
	孔 4	10.50	8:52	22:30	0.17
	孔 5	10.50	8:52	22:30	0.24
	孔 6	10.50	8:52	22:30	0.26
	孔 7	10.50	8:52	22:30	0.10
	孔 8	10.50	8:52	22:30	0.08

从 3 次抽水试验稳定降深可以看出:距离抽水井越近的观测井,其降深越大,也就是说井抽水时形成一个明显的水位降落漏斗,当距离增加到某一临界数值时,该处的水位则不再发生变化,即不受井抽水的影响,这个临界值即为相应情况下的抽水影响半径。

单井抽水时,在其影响范围内形成一个水位降落漏斗,这个漏斗的最大半径即为影响半径。在特定的水文地质条件下,影响半径的大小主要取决于提水工

具取水能力的大小。水泵额定出水量大,抽水时影响的范围就大,反之就小。

抽水试验时根据抽水井和观测井的观测资料用下列方程式计算影响半径:

$$K = \frac{0.732Q}{(2H_0 - S_0 - S_1)(S_0 - S_1)} \log \frac{r_1}{r_0} \quad (1)$$

$$\log R = \frac{1.366K(2H_0 - S_0)S_0}{Q} + \log R_0 \quad (2)$$

式中 K ——渗透系数;

$\log R$ ——影响半径;

S_0, S_1 ——抽水井、第一个观测井井中水位降深;

r_0, r_1 ——抽水井的半径和第一个观测井到抽水井的距离;

H_0 ——含水层厚度。

本次试验计算了 8 个观测井抽水的影响半径,结果见表 2。

表 2 抽水试验影响半径计算结果

实验 序号	影 响 半 径 /m							
	孔 1	孔 2	孔 3	孔 4	孔 5	孔 6	孔 7	孔 8
1	10.2	15.8	18.6	21.2	23.4	26.5	41.1	53.3
2	10.9	16.6	19.5	22.0	25.3	28.3	41.5	54.5
3	10.7	16.5	19.3	21.8	33.0	28.2	42.2	55.1

分析表 2 中数值可以看出:

a. 观测井距离抽水井越近,所计算的影响半径越小,而且计算得到的影响半径与观测井到抽水井的距离比较接近。

b. 抽水试验采用三种不同出水量的水泵,理论上讲应该是水泵出水量越大,形成的降落漏斗面积越大,影响半径就越大,但表 2 中数据并不呈现这样的规律,大多数情况下,实测出水量为 8.5m³/h 的第二次抽水试验,其影响半径大于另两次抽水试验的计算结果。分析其原因,地下水在含水层中向井的渗透运动是缓慢的,其距离也是有一定限度的,因此,即使水泵出水能力再大,水的集聚会供应不上,造成影响半径计算数值反而不如充分供水时的影响半径大。

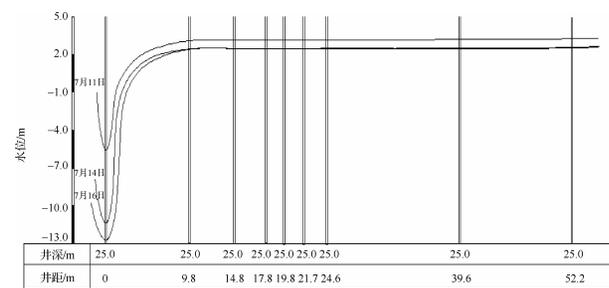
c. 理论上讲,在同一次抽水试验中,其影响半径应该是个确定的数值,不应受观测孔距离抽水井大小

的影响,但由表2 计算结果可以看出,影响半径计算结果与观测孔到抽水井的距离呈正相关,原因有待进一步研究。考虑到井的出水量的可靠性问题,宜以水泵最大出水量时的最大影响半径为影响半径,因此,在与这次抽水试验相应的水文地质条件下,单井抽水的影响半径为 55.1m。

2.3 井与建筑物安全距离的确定

实践证明,在短期抽水情况下,地层含水条件越差,则形成的水力坡度越陡,短时间内的影响距离越小。通过在抽水实验过程中建筑变形监测分析,在长时间的抽水过程中随着水位的下降,会对一定范围内的建筑物产生比较严重的影响,可导致建筑物变形。浅水井在抽水过程中所形成的水力坡度曲线在较陡处对建筑物的影响较明显,会产生不均匀地面沉降;距离渐远水力坡度曲线变平缓,由水位下降所形成的地面沉降量较小且相对均匀,对建筑物危害明显减小。

本次采用三种不同出水量的水泵做了3次不同落程的抽水试验,当抽水井水位相对稳定时,说明抽水系统达到了动态平衡,记录抽水井和观测孔的水位,然后停止抽水。根据试验结果可绘制抽水停止时的水力坡度曲线,如下图所示。



龙岸清华小区抽水试验水力坡度曲线图

由上图可以看出,3次抽水试验的水力坡度曲线较为一致,井距10m之内,也就是抽水井至第一观测孔区间呈现由陡变缓的趋势;至15m第二个观测孔处,水力坡度已成平缓趋势;15m之后直至52m第八个观测孔处,始终处于平缓趋势。水力坡度陡,说明受抽水影响明显,在长时间的抽水过程中随着水位的下降,会对一定范围内的建筑物产生比较严重的影响,可导致建

筑物变形;距离渐远水力坡度曲线变平缓,由水位下降所形成的地面沉降量较小且相对均匀,对建筑物危害明显减小。本次试验证明,建筑物距抽水井距离大于15m,处于一个安全的距离。

3 与以往成果的比较

本次抽水试验得到两条结论:在试验区特定的水文地质条件下,单井抽水的最大影响半径是 55.1m;抽水井距离建筑物的安全距离为大于 18m。

通过收集,得到近年来市区浅层地下水的抽水试验资料共4次,其中单井抽水试验3次,有一个观测孔的抽水试验1次,均为潜水完整井稳定流抽水试验,抽水试验井井深20~25m,其影响半径最大的为74.0m,最小的为43.1m,本次在龙岸清华小区进行的抽水试验确定的影响半径为55.1m,见表3。

表3 抽水试验单井抽水影响半径对比

试验地点	抽水井深/m	观测井深/m	影响半径/m
兰亭苑住宅小区	25.0	20.0	67.9
御宇国际城	20.0	20.0	43.1
金鼎环球金融中心	25.0	20.0	57.2
国际五金城	25.0	20.0	74.0
龙岸清华小区	25.0	25.0	55.1

抽水井与建筑物的安全距离在《沧州市规划区浅层地下水资源评价及合理开发研究报告》与《沧州市区浅层地下水资源评价及开发利用研究》中的分析成果均为大于18m,本次试验证明为15m,但考虑规划区内建筑物的高度和密度正处于一个快速增长的过程,结合以前的研究成果,综合分析,确定抽水井与建筑物的安全距离为大于18m。

参考文献

- [1] 庞炳义,等. 沧州市区浅层地下水资源评价及开发利用研究[R]. 沧州:2013.
- [2] 周志芳,等. 基于抽水试验资料确定含水层水文地质参数[J]. 河海大学学报,1996,27(3).
- [3] 赵琳琳,等. 基于抽水试验的多种方法确定水文地质参数[J]. 地下空间与工程学报,2015,11(2).