

徐州市张集水源地裂隙岩溶水群孔抽水试验研究

钱家忠¹, 吴剑锋², 朱学愚², 董洪信³, 李根义²

(1. 合肥工业大学资源环境学院, 安徽 合肥 230009; 2. 南京大学地球科学系, 江苏 南京 210093;
3. 江苏省水文地质工程地质勘察院, 江苏 徐州 221004)

摘要: 基于徐州市张集水源地详勘阶段任务要求以及张集水源地具体的水文地质条件, 提出了张集水源地裂隙岩溶水群孔干扰抽水试验的技术要求和工作方法。试验结果表明, 根据该技术要求和工作方法所进行的抽水试验既满足了为水源地地下水资源评价而进行的数值计算要求, 又适合农村电网及水井实际, 并且节约了经费。结论对裂隙岩溶水大型水源地地下水资源评价与科学管理具有重要的参考价值。

关键词: 水源地; 裂隙岩溶水; 群孔抽水试验; 徐州市

中图分类号: P641.135 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-6791(2003)05-598-04

徐州市是位于我国北方的一个重要的工业化城市。由于缺乏科学评价, 加上不合理的开采, 市区内已经出现地下水位下降、抽水井流量减小、水质恶化、地面塌陷等环境地质问题^[1~5]。张集水源地是徐州市拟建的大型水源地^[6]。为用数值法准确评价张集水源地地下水资源, 笔者研究、设计并实施了群孔干扰抽水试验。

1 张集水源地概况

张集水源地位于徐州市东南 25 km 处, 总面积约 356 km²。水源地地层以震旦系(Z)和寒武系(Є)的碳酸盐岩为主, 并发育有第四系(Q)砂粘土, 但厚度不大。

水源地内发育有褶皱及断裂构造。其中后期发育的北西西向断裂如废黄河断裂是区内主要控水断裂(图略)。

水源地地下水主要有裂隙岩溶水和孔隙水。孔隙含水层水量不大, 不能作为城市供水水源, 故裂隙岩溶含水层为抽水试验目的层。

2 群孔干扰抽水试验

2.1 群孔干扰抽水试验主要技术要求和方法

此次群孔抽水试验的目的为校正数学模型和反求水文地质参数。笔者认为, 群孔抽水试验的技术要求只要满足上述目的即可。因此, 本次群孔抽水的技术要求为: ① 抽水井利用农村现有的灌溉水井和水泵; ② 动力利用农村现有的供电系统; ③ 在主要抽水井旁同一地点打不同深度的观测孔, 浅孔观测上层孔隙水的水位, 深孔观测裂隙岩溶水水位; ④ 抽水在旱季进行, 主要用于反求含水层参数(如渗透系数、贮水系数等), 但时间缩短。即使下雨也不停抽, 同时设置观测当地降水量的设备, 以便拟合降水入渗补给系数。水位观测一直延

收稿日期: 2002-08-07; 修订日期: 2002-10-10

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(40202027)

作者简介: 钱家忠(1968-), 男, 安徽凤阳人, 副教授, 博士, 主要从事水资源、水环境模拟研究。

万方数据

E-mail: qjzy@hfut.edu.cn

续到雨季结束,主要用于反求降水入渗补给系数;⑤允许个别抽水井在试验期间短暂停抽,但要准确记录停泵和重新开泵时间及水位变化;⑥抽水时正值农村抗旱时期,把抽出的水用于农灌。一方面支持当地抗旱,另一方面也了解灌溉回渗情况。这样,既满足了数值计算,又节约了大量经费,使这一群孔抽水试验切实可行。

2.2 群孔干扰抽水试验场地的布置及试验概况

依据张集水源地水文地质条件,在研究区范围内,共布置了岩溶水抽水主井29眼,岩溶水观测井22眼,孔隙水观测井13眼。依据勘探孔的布置原则,对研究区主要控水断裂——废黄河断裂带进行了重点勘察(图略)。

群孔干扰抽水试验自2000年4月24日9时开始,至4月29日10时结束,历时121 h。据粗略计算主井实际抽水约为5.28万 m^3/d ,其中废黄河断裂带上12眼井出水量约为5.12万 m^3/d ,占出水总量的88.5%。

2.3 试验资料的整理与分析

(1)主要观测孔水位降深历时曲线 根据地质及水文地质分析,废黄河断裂带富水性强,为本研究区的强径流带。为了了解该带在群孔干扰抽水条件下地下水流动的动态变化特征,我们对位于研究区中心地段、估计受干扰最强烈的抽水主井4、5、8及9号各自的同层观测孔G5、G6、G10、G11进行了重点分析,并绘制了流量、水位降深历时曲线。结果见图1。

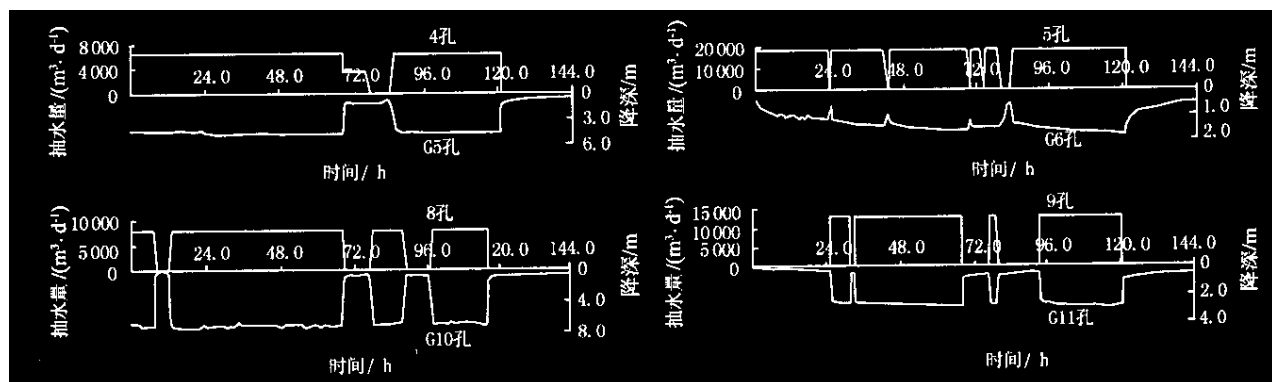


图1 群孔抽水主要观测孔地下水水位降深历时曲线

Fig.1 Curves of relationship between the groundwater table and pumping time in the main observation holes

比较上述前4个主要岩溶水观测孔的流量及水位降深历时曲线,可以看出以下特征:①4孔旁的G5孔与5孔旁的G6孔之间存在局部干扰现象,而8孔旁的G10孔与9孔旁的G11孔之间出现局部干扰现象,前两者与后两者之间无明显干扰。②岩溶水位在抽水后下降迅速,但稳定也快,只要一停抽,附近观测孔水位立即上升,表明岩溶水具有流动快的特征,也反映了其导水系数很大。③同为废黄河断裂带,地段不同,其富水性存在差异。例如,张集镇东梁村5号井抽水量最大,约1.8万 m^3/d ,大约占总抽水量的34%。而其降深不足2m,反映了井位所位于的含水岩组富水性极强。

(2)抽水前后研究区流场的变化 图4和图5为抽水前一天及抽水结束时刻研究区岩溶水等水位线图及相应的波面图。

由图2和图3可以看出:①研究区高水位分布于北部、东北部山区,以及南部一小部分山区;②沿废黄河断裂带布置有12口主井抽水。抽水量为5.12万 m^3/d ,占出水总量的88.5%。在如此抽水强度下,沿废黄河断裂带仅在局部出现轻度降落漏斗,而且岩溶水位等值线总体沿断裂带延伸,表明废黄河断裂带为一强径流带,从而验证了该区水文地质条件的分析结果;③从岩溶水等值线分布及其在抽水前后变化可以看出废黄河断裂带的水量主要来自于其北部山区,而南部山区对研究区西南如郭集、张集及前谢一带具有补给作用,但补给强度弱于北部山区。④从地下水水流场在群孔抽水试验前后的变化特征可以看出裂隙岩溶水水位变化不大,流场基本一致。

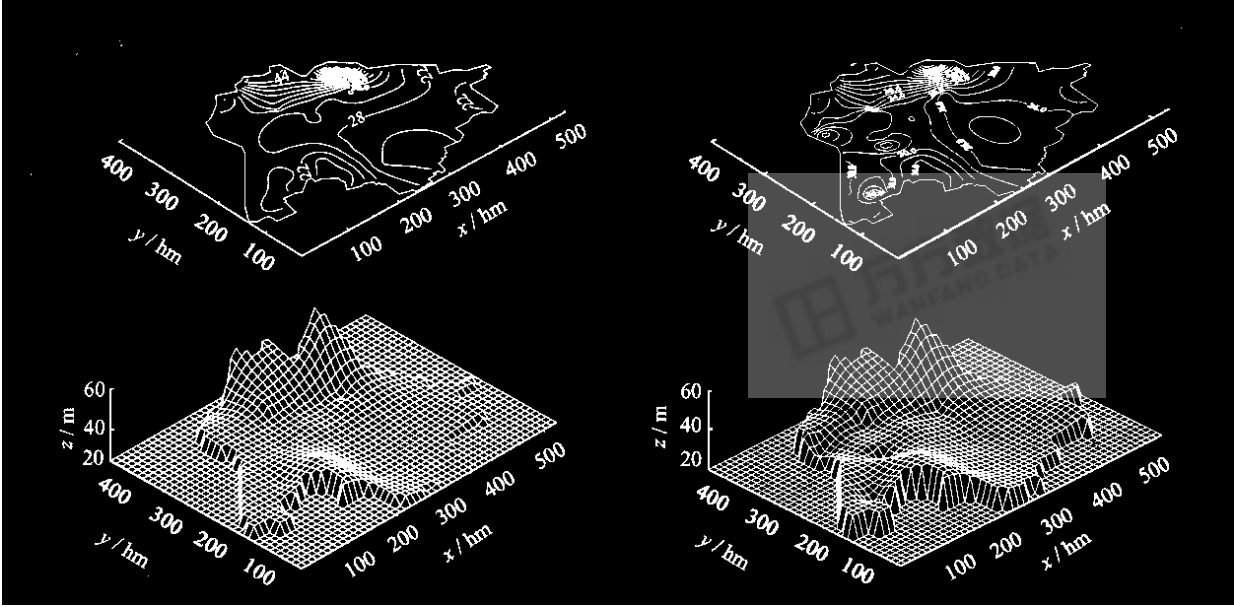


图 2 水源地群孔抽水前 1 天岩溶水流场

Fig.2 Initial groundwater flow field

图 3 水源地群孔抽水结束时刻裂隙岩溶水流场

Fig.3 Groundwater flow field by the end of pumping

3 水源地地下水位动态预测

考虑到本次抽水历时过程较常规的方法历时短,且井群中心水位尚未达到完全稳定,故根据已有试验资料,采用非稳定流数学模型^[6],对沿废黄河带抽水量约为 12.0 万 m^3/d 、降水量取该区偏少的 10 年(其中 6 个枯水年 + 4 个平水年,平均年降水量为 788.5 mm)条件下的地下水位进行了预测。预测时段取 1 个月,预测结果见图 4。

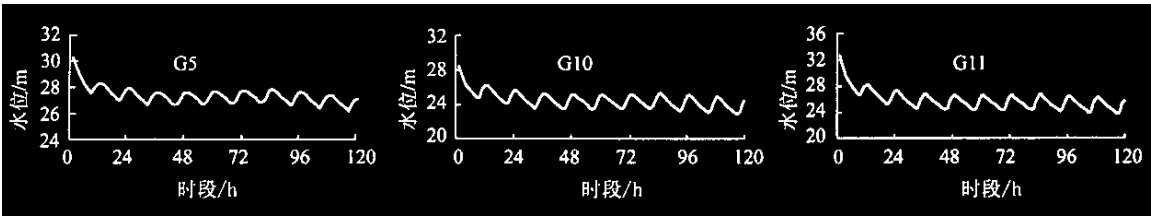


图 4 典型观测孔的水位预报历时曲线

Fig.4 Curves of hydraulic head in the boreholes

从图 4 可以看出:随着水源地的开采,水位趋向于稳定。各孔水位下降在 6~9 m,而各控制孔的上覆第四系地层埋深一般为 12~25 m,故基岩水头仍在第四系范围内。需要指出的是:图 6 所列出的观测孔位于水源地中心,且所取的补给条件比较保守,若在降水补给等有利的条件下,上述结果会更有保证。

4 总 结

通过对徐州市张集水源地群孔干扰抽水试验的研究,得出主要结论如下:

- (1) 提出的群孔干扰抽水试验技术要求和工作方法切实可行,而且经济;
- (2) 提供了用数值法对水源地进行地下水资源评价所需要的技术资料;

- (3) 抽水试验结果表明废黄河断裂带为一强径流带和汇流带；
(4) 结论对裂隙岩溶水大型水源地地下水资源评价与科学管理具有重要的参考价值。

致谢：感谢抽水试验过程中胡昌林提供的帮助。

参考文献：

- [1] 吴剑锋, 朱学愚, 钱家忠, 等. GASAPF 方法在徐州市裂隙岩溶水资源管理模型中的应用[J]. 水利学报, 2000(5): 54-60.
[2] 吴剑锋, 朱学愚, 钱家忠. 时间序列模型和有限元模型在地下水资源评价和开发中的应用——以徐州市裂隙岩溶水为例[J]. 高校地质学报, 2000(3): 110-117.
[3] 张凤歧, 李博涛. 中国北方岩溶地下水系统和开发利用中的几个问题[J]. 中国岩溶, 1990, 9(1): 7-14.
[4] 刘建立, 朱学愚, 钱孝星. 中国北方裂隙岩溶水资源开发和保护中若干问题的研究[J]. 地质学报, 2000, 74(4): 344-352.
[5] 周念清, 钱家忠, 吴剑锋, 等. 中国北方岩溶区优势面控水机理及优势参数的确定与应用[J]. 地质论评, 2001, 47(2): 151-156.
[6] 钱家忠. 徐州市张集水源地裂隙岩溶水三维数值模拟及相关问题研究[D]. 南京: 南京大学, 2001.

Pumping test in the fracture-karst aquifer in Zhangji well field in Xuzhou^{*}

QIAN Jia-zhong¹, WU Jian-feng², ZHU Xue-yu², DONG Hong-xin³, LI Gen-yi²

(1. School of Resources and Environmental Engineering, Hefei University of Technology, Hefei 230009, China ;

2. Dept. of Earth Sciences, Nanjing University, Nanjing 210093, China ;

3. Jiangsu Institute for Hydrogeology and Engineering Exploration, Xuzhou 221004, China)

Abstract : Based on the assignments in the phase of detailed reconnaissance in Zhangji well field in Xuzhou, as well as its characteristics of hydrogeology, the new technical requests and working methods for the pumping test in Zhangji well field is proposed. The results of the tests show that the new technical requests and working methods not only satisfy with the request of numerical calculation for the evaluation of groundwater, but also fit for the situation of electrical webs and wells, in addition saves the outlays. In the meantime, the conclusions are important value for the evaluation and ministration of groundwater resources in the large-type well fields.

Key words : well field ; fracture-karst flow ; pumping test in the wells ; Xuzhou