

利用地下水位监测资料分析水文地质条件的实例研究 ——新疆奎屯河流域南洼地

郝爱兵¹, 李亚民¹, 郑跃军¹, 徐旭²

(1. 中国地质环境监测院, 北京 100081; 2. 青海省环境地质勘查局, 西宁 810007)

摘要: 地下水动态长期监测资料不仅是地下水资源评价和开发利用管理的基础依据, 而且可为分析和认识水文地质条件提供重要信息。本文以新疆奎屯河流域南洼地为例, 通过对地下水长期监测资料的分析, 对地下水径流特征有了更进一步的认识, 即: 奎屯河入渗补给地下水后向西侧的径流量大于向东侧的径流量; 奎屯河东侧地下水向下游径流的三个通道中, 沿乌兰布拉克沟构造豁口的径流是主要的。这一认识对论证评价独山子石化第二水源地的地下水资源保证程度具有重要意义。

关键词: 地下水监测; 地下水径流; 奎屯河流域

中图分类号: P641.74;

文献标识码: A

文章编号: 1000-3665(2008)04-0027-04

地下水(水位、水质、水量等)动态长期监测资料是开展地下水资源评价、制定地下水开发利用和保护方案等不可或缺的基础数据, 同时也是检验评价结果是否准确、开发利用与保护方案是否合理的重要依据。由于地下水的动态变化受控于水文地质条件和含水层系统的输入和输出变量, 通过较长系列地下水动态监测资料的分析, 还可为认识水文地质条件提供很大的帮助。

本文以新疆准噶尔盆地南缘的奎屯河流域南洼地为例, 介绍地下水位监测资料在地下水径流特征分析中的应用; 在续文中, 将以甘肃河西走廊黑河流域为例, 介绍地下水位监测资料在戈壁带大厚度含水层系统的调蓄能力分析以及地下水浅埋带潜水与承压水的水力联系分析中的应用。

1 奎屯河流域南洼地概况

天山北麓中段分布有三排背斜构造和东西向逆断裂。背斜核部地层为上新统独山子组(N₂), 第四系组成背斜两翼。独山子南洼地位于天山山前第二、三排背斜构造之间的凹陷带, 其中堆积巨厚的第四系砂卵石层, 为地下水赋存与运动提供了巨大的空间, 构成巨厚的相对单一含水层^[1]。

奎屯河发源于天山北麓中段, 是新疆准噶尔盆地西南缘的重要河流之一, 多年平均径流量为 $6.68 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。奎屯河水及其转化补给的地下水是奎屯市、乌苏市、克拉玛依市独山子区和兵团农七师的主要水源^[2-3]。独山子第二水源地(以下简称“二水源”)位于南洼地的东北缘, 如图1所示。

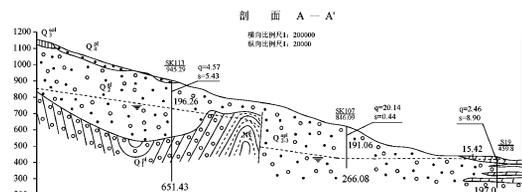
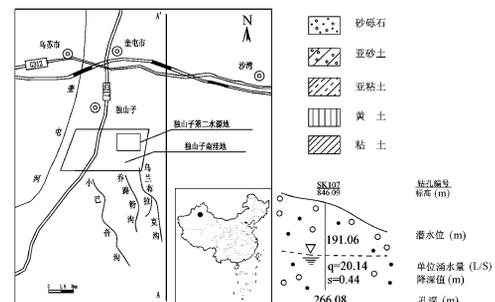


图1 研究区地理位置(上)和水文地质剖面(下)示意图
Fig.1 Location (upper) and a hydrogeological section (lower) of the research region

根据《奎屯河引水改建应急工程对独山子第二水源地的影响评价报告》^[4] 地下水环境同位素及水化学特征表明: 二水源受奎屯河、小巴音沟、乌兰布拉克沟和乔路特沟地表水补给的共同影响。其中, 奎屯河与小巴音沟的补给是主要的。

收稿日期: 2008-01-22; 修订日期: 2008-04-07

作者简介: 郝爱兵(1965-), 男, 博士, 教授级高工, 长期从事水文地质、环境地质科研工作。

E-mail: haoab@mail.cigem.gov.cn

2 南洼地地下水流场多年变化特征

两个工程对南洼地地下水产生了重要影响。一是 1972 年修建的奎屯河新渠首。新渠首的基础在很大程度上截断了奎屯河谷的地下潜流,改变了新老渠首之间河道的走水量,但到二水源开采之前(1990 年),经过近 20 年的调节,地下水动态长观资料表明南洼地地下水的径流已经基本达到一种新的平衡状态。二是 1990 年开采运行的二水源。从水源地正式投入运行到 2003 年,南洼地地下水又经历了一个变化周期,以 1997 年为界,其前后可以分别称之为第二水源地的地下水位持续下降期和持续恢复期。

根据南洼地地下水位观测资料,分别勾画了 1989 年 10 月、1997 年 5 月和 2003 年 9 月的南洼地地下水等水位线图(图 2)^[5]。

图 2(a) 代表了二水源开采前南洼地地下水的流场特征;图 2(b) 代表了水源地开采量逐年加大,水位逐渐下降形成以水源地为中心的浅碟形降落漏斗,至最低水位时的地下水流场特征;图 2(c) 则代表了 1997 年开采量逐年减小,水位逐渐恢复到最高时的地下水流场特征。

从图 2(a) 中可以看出,南洼地地下水总体向北东径流,至独山子隆起南侧受断裂、(隐伏)隆起等的影响,径流方向发生了变化,主要体现在以下两点:(1) 受独山子背隆的阻挡和独山子第一水源地抽水的影响,地下水径流在该隆起西南侧分为两个方向:一是朝北西向沿奎屯河谷向下游径流或过河谷向北西向径流,也就是通常所说的回水,此为向下游径流的通道之一;另一个方向是在该隆起南侧向北东东向径流。

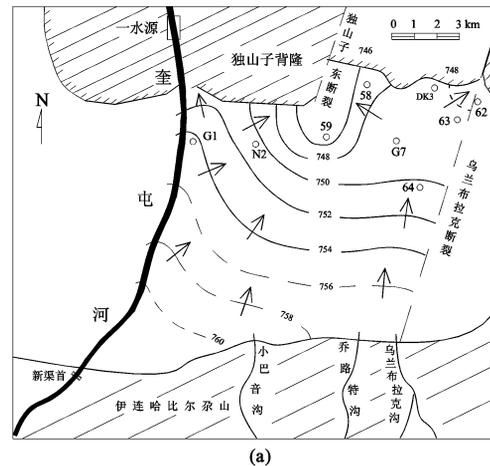
受独山子背隆与哈拉安德隆起之间隐伏隆起的影响,北东东向的地下水径流产生了变化:一是向北西方向沿独山子背隆东侧构造豁口向下游径流,此为通道之二;另一是沿乌兰布拉克断裂西侧构造豁口处向下游径流,此为通道之三。

图 2(b) 反映的地下水径流特征与图 2(a) 的主要区别是,以水源地为中心形成了明显的浅碟型降落漏斗,四周都向漏斗中心汇流。

图 2(c) 反映的 2003 年地下水位恢复到最高时的径流特征,与图 2(a) 基本一致。

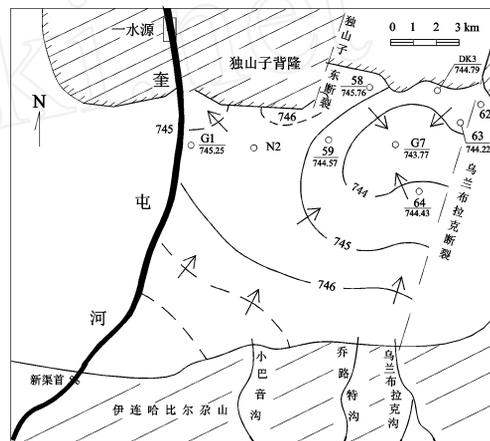
3 二水源开采量对地下水位变化的影响

二水源从 1990 年 1 月开始正式投入运行,从 1990 ~ 1997 年为开采量的增长阶段,1998 ~ 2003 年

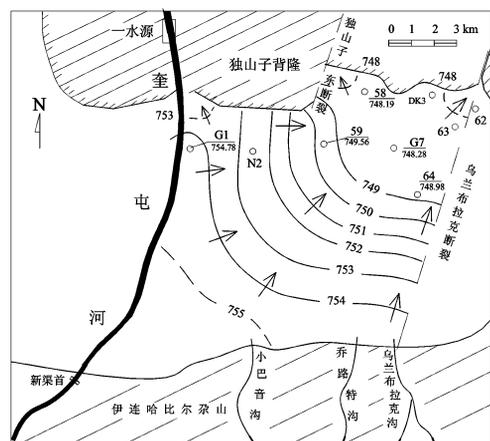


(a)

说明:本图是根据《干旱区准噶尔盆地西南缘地下水系统和悬河补给研究》(周宏春,1992)中图 3-18(P69) 修改而成。



(b)



(c)

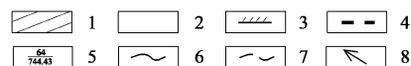


图 2 南洼地地下水流场图

Fig. 2 Groundwater flow field in Nanvadi
 1—基岩山区;2—第四系;3—第四系与基岩分界;
 4—断裂;5—观测孔编号/地下水位高程;6—等水位线;
 7—推测等水位线;8—地下水流向

为开采量的减少阶段。最初的年开采量在 $3 \times 10^6 \sim 4 \times 10^6 \text{ m}^3$, 并逐年增加, 至 1997 年达到最大的 $11.84 \times 10^6 \text{ m}^3$ 。水源地的中心观测孔 G7 从 1989 年 1 月开始观测, 其周边的观测孔从 1991 年 1 月开始进行观测。地下水位动态关系如图 3 所示。

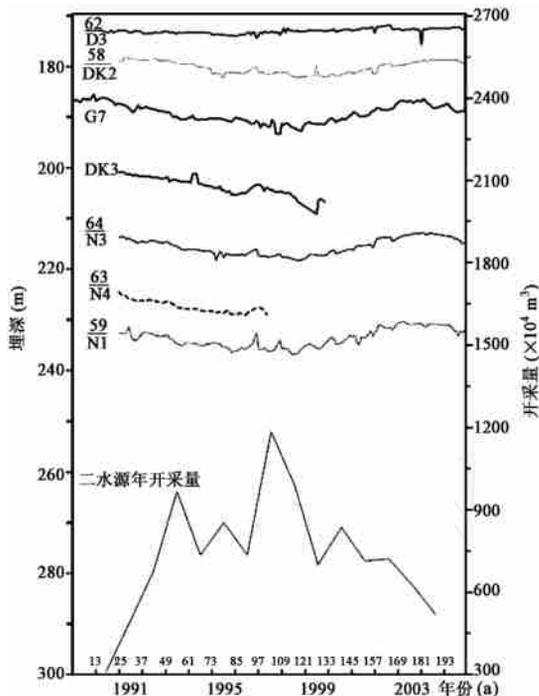


图 3 二水源开采量与其周边观测孔
地下水位埋深动态关系图

Fig. 3 Relation between the abstraction quantity of the second water plant and the depth of groundwater level

62 孔位于乌兰布拉克断裂的东侧, 二水源其它的开采孔和观测孔位于乌兰布拉克断裂西侧。随着二水源地下水的开采, 62 孔的水位变化基本呈一条直线, 而其余各孔的地下水位都随着二水源开采量的增减呈现一致的上下波动, 且 62 孔历年水位高程较其余孔低 70m 左右, 说明 62 孔与其余各孔不在一个水文地质单元内, 乌兰布拉克断裂为一阻水断裂。

从地下水位埋深变化趋势可以看出, G7 孔、58 孔、59 孔、64 孔和 DK3 孔的地下水位变化与水源地的开采量变化呈现明显的一致性, 说明二水源及其周边地下水位动态主要受控于水源地的开采量。

4 局部位置水位动态变化反映出的地下水径流特征

前人研究^[3]认为: 奎屯河水入渗补给地下水后, 向东、西和北三个方向的径流量比例为 0.45 0.45 0.10; 奎屯河东侧的南洼地内, 地下水向下游径流排泄的 3

个主要途径中, 沿独山子背隆东侧断裂带构造豁口的径流量约占 35%、沿乌兰布拉克断裂构造豁口的径流量约占 30%、向奎屯河河道方向的回水约占 20%。本文通过二水源运行 15 年以来的地下水位动态数据和流场变化特征, 对上述认识提出一些不同看法。

对图 2 中相距约 5km 的 G1 孔和 59 号孔的水位进行比较, 可以发现: 1989 年 10 月和 2003 年 9 月的高水位期(图 2(a) 和图 2(c)), G1 孔的水位明显高于 59 号孔, 二者相差在 5~8m, 水位等值线表明 G1 孔附近的地下水向 59 号孔附近径流; 1997 年 5 月的低水位期(图 2(b)), G1 孔的地下水位仅比二水源西侧 59 号孔的水位高约 0.7m, 这样低的水力坡度表明 G1 孔附近的地下水已不能向 59 号孔附近径流。为什么会出现在这种现象? 也就是 G1 孔水位为什么能够下降到如此低? 推测其原因是: 洪水期奎屯河水大量入渗补给后, 在河道下方形成水位明显高于两侧地下水的“水丘”, 地下水向东西两侧和下游径流, 但向东西两侧的径流量不同, 特别在长期间没有河水入渗补给的情况下, 河道下方地下水丘呈现不对称的水位下降过程; G1 孔水位下降到如此低, 说明向河道西侧方向的径流量多于向河道东侧(即南洼地)方向的径流量, 致使河道下方地下水丘的分水岭向河道东侧偏移, 也就是向河道西侧方向的径流袭夺了部分向河道东侧方向的径流。由此, 进一步推测, 在 1997 年 5 月的低水位期, G1 孔和 59 号孔之间某一位置(奎屯河河道东侧)的水位可能高于 G1 孔, 独山子背隆南侧、该位置以西的地下水形成向奎屯河河道方向的回水。由于奎屯河西侧没有监测孔, G1 孔和 59 号孔之间仅有的 N2 监测孔也早已损坏, 没有监测资料, 上述推测有待今后证实。

图 2(a) 中, 在南洼地地下水位最高的 1989 年 10 月, 独山子背隆东侧可以圈出一个低水位区, 说明该断裂东侧为地下水向下游排泄的一个通道; 而图 2(b) 中, 在南洼地地下水位最低的 1997 年 5 月, 独山子背隆东南侧却可以圈出一个相对的高水位区。表 1 给出了二水源中心监测孔(G7)和独山子背隆东南侧 3 个监测孔的多年地下水位变幅数据(位置见图 2), 可以看出, 二水源开采的 15 年中, 独山背隆东侧 58 号孔水位不论是上升还是下降, 变化幅度均小于其他孔, 因而出现上述的相对高水位区和相对低水位区。究其原因, 应该是该位置含水层的渗透性较其它地区差, 因而水位变化对开采和补给量变化的响应较慢。由此认为, 前人^[3]关于通过独山子背隆东侧构造豁口向下游的径流排泄量约占南洼地地下水向下游径流排泄总量

35%的结论值得商榷;综合考虑二水源北东侧地下水流场变化特征(图2),作者认为,南洼地地下水向下游径流的三个主要通道中,沿乌兰布拉克断裂西侧构造豁口的径流是主要的。

表1 1991年1月~2005年12月第二水源地周围地下水位变化情况表

Table 1 Groundwater table changes near the second water plant from Jan, 1991 to Dec, 2005

孔号	阶段划分	最高水位(时间)(m)	最低水位(时间)(m)	变幅(m)
G7	下降(1991.01~1997.12)	748.02(1991.01)	742.09(1997.12)	5.93
	上升(1998.01~2005.12)	748.98(2004.02)	742.78(1998.11)	6.2
58	下降(1991.01~1998.10)	749.14(1991.05)	745.11(1995.06)	4.03
	上升(1998.11~2005.12)	748.55(2004.05)	745.18(1998.12)	3.37
59	下降(1991.01~1998.08)	749.04(1991.06)	743.63(1998.08)	5.41
	上升(1998.09~2005.12)	750.00(2003.04)	743.71(1998.09)	6.29
DK3	下降(1991.01~1998.09)	748.19(1991.02)	742.33(1998.09)	5.86

5 主要结论

通过以上分析和讨论,可以得出如下几点认识:

(1) 乌兰布拉克断裂带两侧监测孔地下水位相差70m,且变化规律具有明显的差异性,由此推断该断裂是一阻水断裂;水源地周边监测孔的地下水位变化与水源地的开采量变化呈现明显的一致性,说明二水源及其周边地下水位动态主要受控于水源地的开采量;

(2) 根据G1孔与59号孔之间水力坡度的变化,推测奎屯河水入渗补给地下水后,向河道西侧方向的径流量多于向河道东侧的径流量;

(3) 二水源开采的15年间,58号孔的地下水位变化幅度明显低于周边监测孔,由此认为独山子背隆东侧含水层的渗透性较差,通过该构造豁口向下游的径流排泄量有限,而沿乌兰布拉克断裂西侧构造豁口向

下游的径流排泄量是主要的。

参考文献:

- [1] 肖重华,李鹏,李文鹏. 天山北麓中段拗陷带地下水库的特征及其开发利用建议[J]. 水文地质工程地质, 2005, 32(4): 74-78.
- [2] 周宏春. 干旱区准噶尔盆地西南缘地下水系统和悬河补给研究[D]. 北京:中国地质科学院博士学位论文, 1992.
- [3] 地质矿产部环境地质研究所,新疆乙烯工程指挥部水源组. 独山子矿区供水决策系统研究[R]. 1991.
- [4] 中国地质环境监测院. 奎屯河引水改建应急工程对独山子第二水源地的影响评价报告[R]. 2006.
- [5] 新疆维吾尔自治区奎屯-乌苏地质环境监测站. 新疆维吾尔自治区奎屯-乌苏地区地下水动态监测五年报告(1996-2000年)[R]. 2001.

A few examples of using groundwater monitoring data to identify hydrogeological conditions —Nanwadi in Kuitun River Basin, Xinjiang

HAO Ai-bing¹, LI Ya-min¹, ZHENG Yue-jun¹, XU Xu²

(1. China Institute for Geo - Environmental Monitoring, Beijing 100081, China;

2. Qinghai Bureau of Environmental Geological Exploring, Xining 810007, China)

Abstract: Long-term monitoring data is not only the basic information for groundwater resources assessment and development management, but also useful for analyzing the hydrogeological conditions. This paper shows an example of using long-term groundwater monitoring data to analyze the groundwater runoff characteristics of Nanwadi in Kuitun river basin, Xinjiang. The new understandings to the groundwater runoff in Nanwadi includes: the westward runoff is more than that of the eastward after the Kuitun River water infiltrated to groundwater; in the eastern part of Nanwadi, groundwater runs to the lower reaches along three paths, and the amount of along the Wulanbulake Fault is dominant. These understandings are important for the assurance rate argumentation of the second water plant in Dushanzi petrochemical industry base.

Key words: groundwater monitoring; runoff of groundwater; Kuitun River Basin

责任编辑:王宏