

格尔木河流域山前冲洪积扇地下水动态研究

王宇航¹, 王文科¹, 段磊¹, 汪生斌²

(1. 长安大学 环境科学与工程学院 旱区地下水文与生态效应教育部重点实验室, 陕西省地下水与生态环境工程研究中心, 陕西 西安 715504; 2. 青海省环境地质勘查局, 青海 西宁 810007)

摘要:通过分析2012年格尔木河流域山前冲洪积扇区地下水水位动态的变化特征,得到影响该区地下水动态变化的主要影响因素有:河流、蒸发、水库、开采4种因素,并在研究典型钻孔地下水位动态过程曲线的基础上,将该区的地下水动态类型划分为:水文型、径流型、蒸发型、人类活动影响型4种。在此基础上,探讨了格尔木河流域山前冲洪积扇区地下水资源开采的合理方式,为地下水资源的可持续开发利用提供科学依据。

关键词: 冲洪积扇; 地下水动态; 影响因素; 格尔木

中图分类号: S273.4

文献标识码: A

文章编号: 1672-643X(2014)01-0133-04

Study on dynamic of groundwater in alluvial-pluvial fan zone in front of mountain of Golmud River basin

WANG Yuhang¹, WANG Wenke¹, DUAN Lei¹, WANG Shengbin²

(1. Key Lab of Arid Region Groundwater Hydrological and Ecological Effect of Ministry of Education; Research Center of Groundwater and Ecological Environmental Engineering of Shaanxi Province, College of Environmental Science and Engineering, Chang'an University, Xi'an 715504, China; 2. Bureau of Environmental Geological Exploration of Qinghai Province, Xining 810007, China)

Abstract: Though the analysis of change characteristics of groundwater dynamic in alluvial-pluvial fan zone in front of mountain of Golmud river basin in 2012, the paper got 4 main factors which affect the dynamic change of groundwater in this area such as river, evaporation, reservoir and extraction. In addition, based on the curve of dynamic process of groundwater of typical hole, the dynamic molds of groundwater in alluvial-pluvial fan zone can be divided into 4 types such as hydrological type, radial type, evaporation type, human influence type. On this basis, it discussed the reasonable way of groundwater exploitation in alluvial-pluvial fan zone in Golmud river basin, witch can provide scientific basis for the sustainable development and utilization of water resources.

Key words: alluvial-pluvial fan; dynamic of groundwater; influence factor; Golmud

含水层的各个要素(如水位、水量、水化学成份、水温等)在与环境的相互作用下,发生着物质、能量以及信息的相互交换,时刻处于变化之中,称为地下水动态,而这种变化是由于含水层的水量、盐量、热量以及能量的收支不平衡共同作用的结果^[1]。在天然条件下,地下水动态可以反映含水层的埋藏条件,地下水的形成因素^[2],而在人类活动的影响下,地下水的天然动态往往被新的补给来源或者排泄去路所改变。故而,通过地下水动态可以辨识地下水的变化趋势、分析变化范围以及预测人类活动对含水层系统的影响程度^[3-4]。国外学者曾将地下水动态分为气候组,水文组与人类活动组3

个大组,按照水动力特征将潜水动态划分为分水岭型、沿岸型、山前型、岩溶型和冻结型4种类型^[5]。我国学者王大纯在考虑地下水动态影响因素的情况下,将地下水动态类型划分为天然情况下与人类活动影响下两大类,并将天然动态类型根据潜水与承压水所具有的不同补排方式以及水资源交替程度分别进行划分^[1]。但由于地区水文地质条件的差异性、气候的特殊性、人类活动的典型性,地下水动态类型在各个地区又呈现多样性^[6]。格尔木市坐落于柴达木盆地南缘中部的格尔木河中下游冲洪积扇上,拥有全国最大的钾盐生产基地——察尔汗盐湖,因此,对格尔木河冲洪积扇地下水动态的研究,既关

收稿日期:2013-09-28; 修回日期:2013-10-16

基金项目:中国地质调查局地调项目(1212011220975,12120113104200)

作者简介:王宇航(1989-),男,陕西宝鸡人,硕士研究生,从事河流与地下水转化及地下水循环研究。

系到城镇居民的饮水和建筑安全,又涉及到地区经济与矿产资源的可持续开发利用。本文在分析格尔木河冲洪积扇潜水地下水位动态资料的基础上,对该地区地下水动态类型的影响因素进行了分析,并对地下水动态类型予以划分,为格尔木市地下水源的开发与利用提供依据。

1 研究区概况

格尔木地处青藏高原腹地,南依昆仑山,北临达布逊湖,地理坐标东经 $94^{\circ}25'$ ~ $95^{\circ}19'$,北纬 $36^{\circ}09'$ ~ $37^{\circ}07'$,平均海拔 2 880 m。该区降雨稀少,多年平均降雨量仅 44 mm;蒸发强烈,年平均蒸发强度高达 2 600 mm,温度较低,多年平均气温仅为 6°C ,属于高原大陆性气候。极其干旱的气候特征决定了在山前冲洪积扇上降雨对地下水动态不足以形成影响,而与之相邻的昆仑山区,降雨量却十分充沛,是格尔木河以及流域地下水的主要补给来源。该流域地下水与地表水分布范围一致,水文地质单元比较完整,具有旱区山前冲洪积扇地下水形成条件与分布规律^[7]。在冲洪积扇中上部,含水层岩性为巨厚的均质粗颗粒,而且仅有潜水分布,埋藏较深;在洪积扇中下部则变为薄层细颗粒的互层,潜水平埋藏较浅,且承压水开始出现,其剖面见图 1。

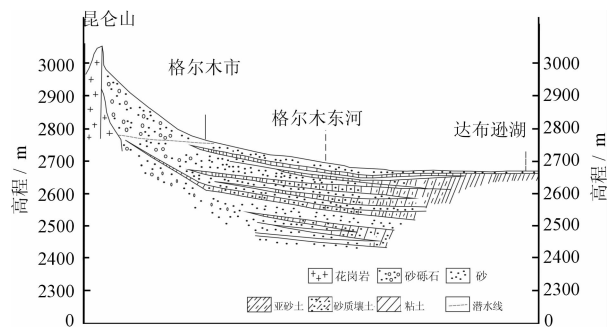


图1 格尔木山前冲洪积扇剖面图

2 地下水动态的影响因素

在诸多影响地下水动态的因素中,如果将地下水动态看成是含水层连续的信息输出,则可将这些因素划分为两类,一类是环境对含水层的信息输入,如大气降水、蒸发、地表水与地下水之间相互转化、人类活动对地下水的补给或者开采、地应力对地下水动态的影响;另一类是变换输入信息的因素,主要是指储存地下水的地质因素,如含水层的给水度、含水介质的渗透系数、包气带的厚度及岩性等^[1,8]。

2.1 河流

河流一方面可以成为地下水的补给来源,另一方面也可以成为地下水的排泄去路。在格尔木河冲洪积扇中上部,含水层为巨厚的陆相沉积物,仅第四系的厚度已超过千米,由于含水层厚度比较大,并且含水层的导水能力大于河流的垂向渗透能力,故而造成河水位与地下水水位处于“脱节”状态,河流常常以线状淋滤的方式通过渗漏补给地下水^[9]。而在洪积扇中下部,随着含水层颗粒逐渐变细,地形坡降变缓,河流与地下水又建立起直接的水力联系,但由于河流非完整切割整个潜水含水层,且河水位与地下水水位并不存在“脱节”的状态,在这种情况下,当河流一侧的地下水受到人类活动或者自然环境的改变,而影响到其补给、径流、排泄条件变化时,将会影响到河流另一侧地下水水位的变化。在洪积扇下部,地下径流受到岩性的控制而发生阻滞,潜水壅水并且出露地表,此时,河流与地下水的关系便转化为地下水补给河流,在格尔木洪积扇下游,自东向西的格尔木东河、红旗河、金水河、巴水河、清水河,均为地下水溢出而形成的泉集河。

2.2 蒸发

在格尔木河冲洪积扇中上部,由于潜水水位埋深通常可达数十米,甚至可达数百米,蒸发对地下水水位不足以造成影响,而在格尔木河冲洪积扇下部,地下水水位埋藏深度在为 0~3.5 m 左右,地下水受到强烈蒸发蒸腾作用的影响,地下水水位也受到较大的影响,并且蒸发成为该区域影响地下水动态的主要因素。在格尔木河冲洪积扇下部,蒸发作用有明显的季节性,每年 5 月份以后,随着气温回升,地下水蒸发作用加强,水位随之下降,于 10 月达到最低点;10 月份之后,气温降低,地面表层开始冻结,地下水蒸发作用急剧减少,水位逐渐回升,于次年 5 月达到最高点,年变化幅度小于 1.0 m。

2.3 水库

水库的修建对于地下水动态的影响主要表现在增加了新的补给项而影响了地下水动态。格尔木水库位于格尔木市东南 127 km 格尔木河支流的雪水河上,为格尔木河上的重要水利枢纽工程。该水库以调节径流、增加下游各梯级电站保证出力、提高发电质量为主,同时兼顾防洪,属大型水库枢纽工程。1972 年兴建格尔木河水库,蓄水后因水库渗漏和调蓄作用,格尔木河渗漏量急剧加大,地下水位普遍上升,造成格尔木市出现大面积房屋倒塌,并影响到青藏铁路的正常运行。通过对水库附近的观测井水位

进行研究分析:每年的 12 - 6 月是水库的蓄洪期,此该时段水库的水位一般是变化较小的,而到了每年的 7 - 11 月,一方面,为了应对由于温度升高而导致的冰雪融水的增多,蓄洪防灾;另一方面,为了解决秋冬季节格尔木流域的干旱及水资源缺乏的情况;水库将会进入泄洪期,所以该时段水库的水位将会出现明显的降低。水库蓄水与地下水处于一个互相补给、相互连通的关系。所以水库的调蓄对于格尔木河流域地下水动态变化有着重要的影响。

2.4 开采

水源地建立后,人工开采成为地下水在人类活动影响下的一种新的排泄去路。通常情况下,由于开采,会造成地下水水位的下降,但是如果采排一段时间后,新的补给量和减少的天然排泄量与人工开采量达到均衡时,地下水水位虽然会比未开采前低,而且其波动幅度受到开采量影响,但是地下水水位并不会持续下降。如果开采量大于新的补给量时,将会不断消耗含水层中的水,造成地下水水位的持续下降。

3 地下水动态类型

地下水动态的成因类型,主要是根据地下水的水位动态过程曲线的特点予以鉴别,通过对典型钻孔(图 2)水位动态过程曲线分析得,格尔木河冲洪积扇地下水的动态成因类型主要有:水文型、径流型、蒸发型、人类活动影响型^[10-12]。

3.1 水文型

主要分布于格尔木河冲洪积扇上部的河流沿岸,地下水水位随河流流量的增加,河水位的升高,过流时间的延长而上升,两者形态十分相似,但地下水水位波动略滞后于河流流量、水位、过流时间的变化,每年 5 月过后,随着河流流量的增大,地下水水位得到逐步回升,河流流量的最大值出现在 7 月份,而地下水水位在 9 月份达到最高值,9 月之后,随着河流流量

的减小,地下水水位又逐步回落,年内变幅较大,约为 2 m,河流是此类型的主要影响因素(图 3)。

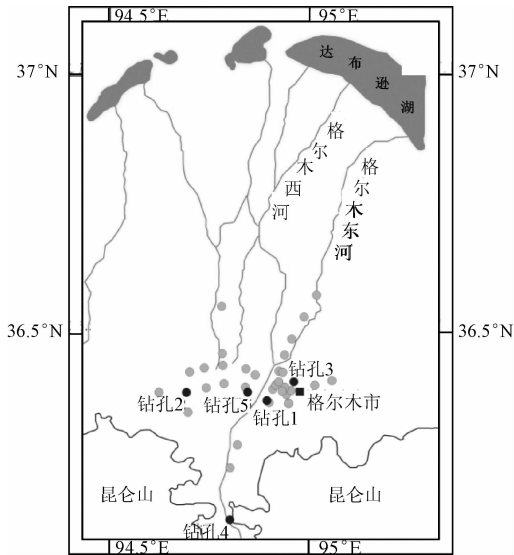


图 2 地下水动态观测孔分布图

3.2 径流型

在格尔木河冲洪积扇的扇缘部位,地下水水位的峰值和起伏程度随着远离河流而逐渐减弱,河流对地下水水位的影响也逐渐减弱。因此,地下水水位主要受控于地下径流,与水文型相比,年内变化幅度在 1m 左右,动态较为平缓(图 4)。

3.3 蒸发型

在格尔木河冲洪积扇下部,地下水水位埋深通常接近地表,一般在 0 ~ 3 m 左右,地下水径流滞缓,再加上格尔木地区日照时间长、少雨干旱的气候特点,在此部位,蒸发蒸腾作用成为控制地下水水位的主要因素。每年 5 月以后,随着气温的回升,地下水蒸发作用加强,水位逐渐下降,10 月左右达到最低点;10 月份之后,随着气温的降低,冬季的来临,地下水的蒸发作用又逐渐减小,水位又开始回升,于 5 月份达到最高点(图 5)。

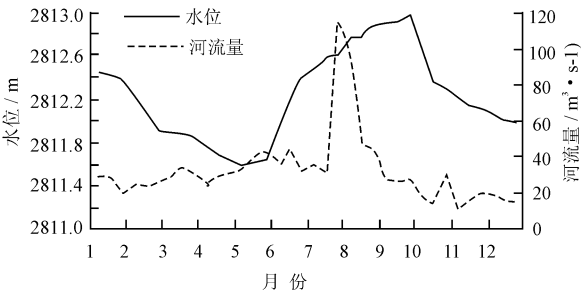


图 3 2012 年河流流量与钻孔 1 地下水水位过程线

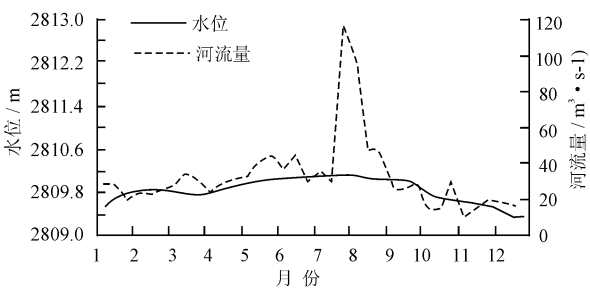


图 4 2012 年河流流量与钻孔 2 地下水水位过程线

3.4 水利枢纽型

在格尔木河冲洪积扇上部,由于格尔木河水利枢纽的蓄放水作用,地下水水位明显受到其兴利调洪的控制,使得该部位本属于水文型的地下水动态类型而由于人类活动的影响变为水利枢纽型。通过地下水的水位动态过程曲线可以看出,库区地下水水位在一年内连续出现多个峰值与谷值,这是由于水库的蓄放水造成的,蓄水时地下水呈现高水位,放

水时,地下水呈现出低水位(图6)。

3.5 开采型

这种动态类型一般出现在水源地附近,地下水水位的波动明显受到地下水开采量的变化而变化。7-9月为丰水期,开采量较小,地下水位较高,11-1月为枯水期,开采量较大,水位较低。另外,每年的4、5月份为春灌时期,开采量较大,所以此时水位也较低(图7)。

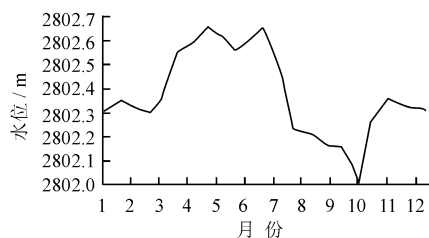


图5 2012年钻孔3地下水水位过程线

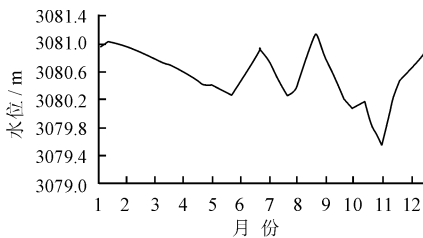


图6 2012年钻孔4地下水水位过程线

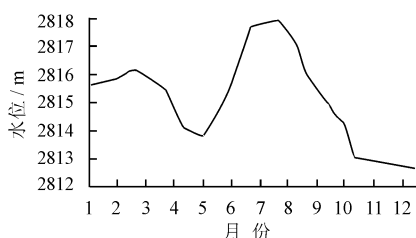


图7 2012年二期水源地钻孔5地下水水位过程线

4 结 语

(1)由于格尔木河流域山前冲洪积扇地区降雨十分稀少,所以大气降水对该区地下水的动态无实质性影响。

(2)各影响因素对地下水动态的作用是此消彼长的关系,除主要影响因素外的其他因素也或多或少对地下水动态会造成一定的影响。

(3)对地下水动态类型的划分,均是建立在对各观测孔所处的不同地貌单元以及所受的不同影响因素基础上,结合格尔木地区特殊气候环境进行的。这种划分,能较为客观、准确的反映地下水的实际情况。

(4)结合格尔木地区的地质地貌以及气候特征,如若要再建立水源地,建议将其设在格尔木冲洪积扇中部的河流附近。这是由于在冲洪积扇上部,地下水位埋藏较深,不利于开采;而在下部,地下水受到蒸发浓缩作用的影响,水质朝咸化的趋势发展。在冲洪积扇中部,地下水动态类型多是水文型,格尔木河能对该地区的地下水较为迅速进行补给,故而使得地下水循环速度与更新速率都较快,并且该区属于径流区,能在水质和水量方面得到保障。

参考文献:

[1] 王大纯,张人权,史毅虹,等. 水文地质学基础[M]. 北京:地质出版社,1986.

[2] 蓝俊康,郭纯青. 水文地质勘查[M]. 北京:中国水利水电出版社,2008.

[3] Von Asmuth J, Mass K. The method of impulse response moments: a new method integrating groundwater and ecohydrological modeling[J]. IAHS Publ, 2001, 269: 51 - 58.

[4] 杨玲媛,王根绪. 近20 a来黑河中游张掖盆地地下水动态变化[J]. 冰川冻土, 2005, 27(2): 290 - 296.

[5] 杨成田. 专门水文地质学[M]. 北京:科学出版社, 1985.

[6] 高东东,吴勇,姜丽丽,等. 德阳市城区地下水位动态特征及成因分析[J]. 四川地质学报, 2012, 32(1): 74 - 79.

[7] 宋儒. 应用Kriging方法研究格尔木河流域地下水位动态观测网的优化配置[J]. 中国煤田地质, 1997, 9(4): 39 - 42.

[8] 陈素霞. 浅析临汾市地下水动态特征[J]. 科技情报开发与经济, 2009, 19(22): 143 - 145.

[9] 王文科,孔金玲,段磊,等. 黄河流域河水与地下水转化关系研究[J]. 中国科学(E辑), 2004, 34(Z1): 23 - 33.

[10] 曹剑峰. 专门水文地质学[M]. 北京:科学出版社, 2006.

[11] 张向飞,周维博,云涛,等. 渭北旱塬区地下水动态研究[J]. 水资源与水工程学报, 2012, 23(1): 89 - 93.

[12] 青海柴达木综合地质勘查大队. 格尔木河中下游冲洪积扇地下水数学模型及环境地质研究[R]. 1990.