

长武塬区地下水位动态特征分析

王锐^{1,2}, 刘文兆², 赵小鹏³

(1. 河南理工大学, 河南 焦作 454000; 2. 中国科学院水利部水土保持研究所, 西北农林科技大学, 陕西 杨凌 712100; 3. 长武县水利局, 陕西 长武 713600)

摘 要: 依据长武塬区 1975~2005 年间地下水位 4 个不同长度时间序列监测资料, 对塬区不同地段地下水位多年动态变化进行系统研究。距离塬心较近位置监测井 551[#] 和 552[#] 的地下水季节变幅分别达 0.26 m 和 0.29 m, 受降水补给明显; 多年动态监测均呈先稳定后下降的趋势, 受年降水量先增后减和地下水开采量逐渐增加的影响; 距离塬心较远的监测井 554[#] 和 555[#] 水位季节变化较小, 年际变化也各异, 受降水垂直补给影响较小, 与地下水埋藏较深、塬面破碎有关。针对塬区地下水变化特点, 为保护有限地下水, 应该加强地下水资源统一管理, 限制地下水的开采量, “以补定采”; 同时, 合理规划, 增加地下水补给量, 从而实现塬区地下水有效持续利用。

关键词: 地下水位; 动态特征; 补给; 长武塬区

中图分类号: P332.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2010)03-0048-05

地下水是长武塬区工农业生产与居民生活的重要水源。随着塬区人口的增加, 社会经济的快速发展, 以及城镇建设的不断扩大, 对水量的需求日益增加。塬区机井数量由 1993 年的 101 眼增加到 2006 年的 169 眼, 地下水开采逐年增加, 导致地下水位急剧下降。塬区地下水资源有限, 且埋藏较深, 塬区不同地形地下水赋存特征不同^[1], 在对地下水补给来源、方式及补给量尚不明确的情况下^[2-7], 如何合理利用和保护有限地下水显得尤为必要。本文对塬区不同位置地下水动态进行了深入研究, 为合理利用和科学管理有限地下水资源提供必要的理论基础。

1 研究区概况

长武塬区位于黄土高原沟壑区的中部, 其西有董志塬, 东有洛川塬, 东经 107°38′~107°58′, 北纬 34°59′~35°18′, 为典型的黄土高塬沟壑地貌。海拔多在 900~1 200 m, 地貌具有塬高、沟深、坡陡的特点。长武塬分为南北两部分, 黑河贯穿其中, 北塬塬面比较完整、平坦, 略向东南倾斜; 南部塬面比较破碎, 发育成向河谷倾斜的梁状丘陵, 其中以巨家塬面积最大。

长武塬主要由第四系新老黄土组成, 自上而下为马兰黄土、离石黄土、午城黄土(三门组)。塬区潜水含水层是以风积黄土状亚砂土为主的孔隙-裂隙含水层, 位于离石黄土层中部(COJQ₂²⁻²), 岩性为黄

土状亚砂土、亚粘土夹 4~5 层古土壤。其结构较疏松, 颗粒较粗, 孔隙-裂隙比较发育, 具有良好的储水空间; 且每层古土壤均含有钙质结核, 含水层底部钙质结核胶结致密, 呈层状分布, 形成较好的隔水层, 构成一定储水条件, 是黄土塬区主要的潜水含水层, 含水深度 20~100 m 之间。该组含水层的富水性受塬面大小、平坦程度、地下水埋深的影响。塬区地下水赋水性有自塬中心向周边逐渐变差的分布规律, 即从中部较完整黄土塬向四周过渡为破碎的黄土塬, 以至梁峁区, 地下水赋存分别有普遍分布、局部分布及零星分布的基本规律。在长武塬中段, 塬面平坦开阔, 地下水埋深 25~60 m, 含水层厚度 60~80 m。单井涌水量 20~30 m³/h, 为中等富水潜水层。在塬区周边, 由于沟谷对地下水的疏干作用, 地下水埋深则在 60~85 m 以上, 含水层厚度也相应变薄, 单井涌水量亦随之减小。

2 地下水动态监测方法

根据地形地貌和水资源赋存及开发利用条件等, 选择 4 个有代表性的地下水埋深观测井。监测井 551[#] 位于长武塬西段陕甘交界处洪家乡, 552[#] 位于长武塬中段县城西侧地掌乡, 555[#] 位于长武塬东段彭公乡, 554[#] 位于沟壑切割严重的巨家塬上巨家乡。地下水位观测一般每月 6 次, 每隔 5 d 即每月的 1、6、11、16、21、26 日各观测 1 次。

收稿日期: 2009-09-23

基金项目: 中国科学院知识创新工程重要方向项目(KZCX2-YW-424-1); 国家“十一五”科技支撑计划项目(2006BAD09B09); 河南理工大学博士基金(B2009-62)

作者简介: 王锐(1978—), 男, 山西平鲁人, 博士, 主要从事土壤物理和水文生态研究。E-mail: wangrui-phd@163.com。

3 地下水动态监测结果与分析

3.1 地下水埋深的季节变化

将塬区不同位置的4口监测井地下水埋深多年观测资料进行按月平均,分析其季节变化,如图1所示。由图中可以看出,井551*和552*年内变化幅度较大,分别达0.26 m和0.29 m,555*和554*年内

变化幅度很小,仅0.05 m和0.07 m。井551*季节变化明显,1~7月份地下水位整体呈下降趋势,7~12月份又逐渐上升,而塬区7~9月份降雨量大,对地下水补给明显,地下水位变化与塬区雨季相一致。井552*地下水埋深年内除了9月份经雨季补给有所回升外基本上一直下降,年内变化明显。555*和554*年内变化较小,与降水关系不明显。

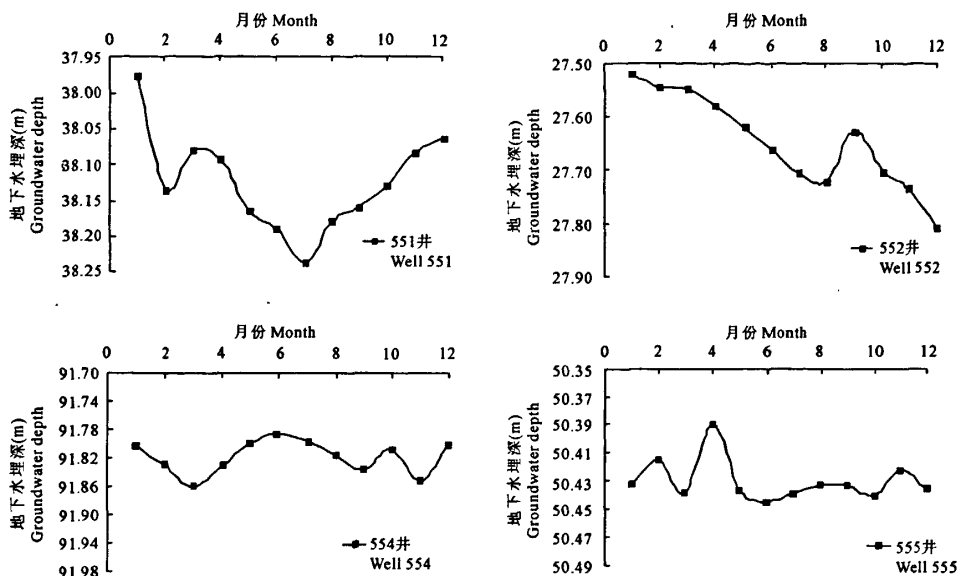


图1 井551*、552*、554*和555*地下水埋深的季节变化

Fig.1 Seasonal variation of the groundwater depth under surface of well 551*, 552*, 554* and 555*

3.2 地下水埋深的多年动态变化

井551*在1981年之前水位大致平稳,1981年水位有所上升,埋深为37.10 m,之后呈下降趋势,年均下降0.21 m,一直到1993年潜水位降到井深之下(见图2)。同时,由图中可以看出,地下水埋深和年降水量之间存在一定的相关关系。1978~1981年地下水埋深呈减小趋势,地下水位上升,其间虽然1979年降水量较小,但其余三年降水量均大于多年平均降水量;此后地下水位开始下降。由于1983年和1984年降雨量较大,高于平均值,1983~1985年间地下水位保持平稳,变化不大。1986~1993年地下水位逐渐下降,年均下降0.19 m,与此期降雨量总体减少有关,此间1988和1990年降雨量大于平均值,地下水位在雨季补给后分别于8月份和10月份有所回升。

井552*位于长武塬中段县城西侧,在1989年之前,潜水位比较平稳,埋深26 m左右,1989~2006年呈明显下降趋势,年均下降0.32 m(见图3)。地下水埋深变化一方面与地下水开采用量有关,另一

方面也与降水量多年动态变化有一定关系。1990年以前降雨量呈增加趋势,井水埋深在开采量逐渐增大的情况下得以保持基本不变;1990年以后降雨量呈减少趋势,地下水埋深迅速下降。由于观测井所在地势较低,处于塬面低洼处。观测资料显示,在2000年以前降雨量较大的降雨发生后,对其地下水埋深的影响也比较明显。如1983年8月16~18日降雨82.7 mm,井水埋深由25.86 m上升到10月21日的25.76 m,上升0.1 m,上升速度为0.18 cm/d;1992年8月12日降雨102.2 mm,井水埋深由26.63 m开始上升,9月1日观测到水位最高,为26.34 m,上升0.29 m,此后基本无变化,上升速度为1.45 cm/d。

井555*位于长武塬东段,处于塬区边缘位置。1992年之前水位呈阶梯状上升,年均上升0.14 m,1992年最高时埋深49.4 m,之后缓慢下降,2005年埋深为50.6 m,年均下降0.09 m(图4)。该井水位埋深与降水量多年变化基本一致,1990年以前降雨量呈增加趋势,井水埋深也上升;1990年以后降水

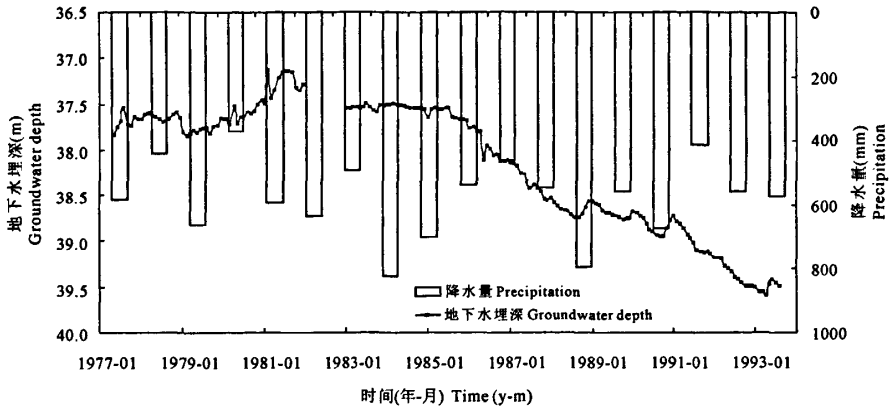


图 2 长武塬西段洪家乡凤口村观测井(551[#])地下水埋深与降水量的关系
Fig.2 Effect of rainfall on the depth of groundwater in well 551[#] on western Changwu tableland

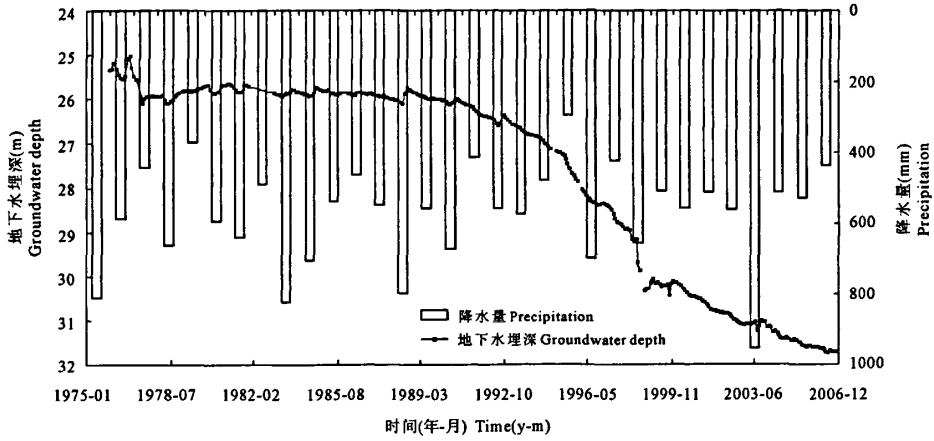


图 3 长武塬中段地掌乡代岭村观测井(552[#])地下水埋深与降水量的关系
Fig.3 Effect of rainfall on the depth of groundwater in well 552[#] on middle Changwu tableland

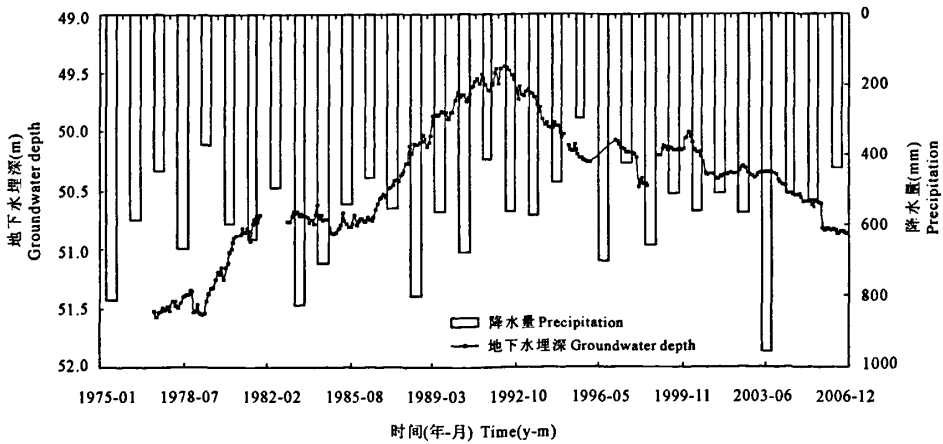


图 4 长武塬东段彭公乡丰头村观测井(555[#])地下水埋深与降水量的关系
Fig.4 Effect of rainfall on the depth of groundwater in well 555[#] on the eastern Changwu tableland

量呈减少趋势,地下水埋深下降,但是地下水埋深与某年的降水量之间关系不明显,也无明显的季节变化,表明其补给来源年内变化相对较小,可能是塬中部地下水向塬边流动,比较稳定地补给此处地下水。

井 554[#] 位于沟壑切割严重的巨家塬上,塬面狭窄破碎,沟壑纵横,沟深达 150 m 以上,潜水埋藏深。

1992 年之前,水位以年均 0.18 m 的速率下降,之后则保持稳定,埋深维持在 92.3 m 左右(图 5)。由图可以看出,塬内地下水多年变化与年降水量的变化关系并不明显,地下水的动态变化更多的是受地形地貌和水文地质条件和开采情况的影响。

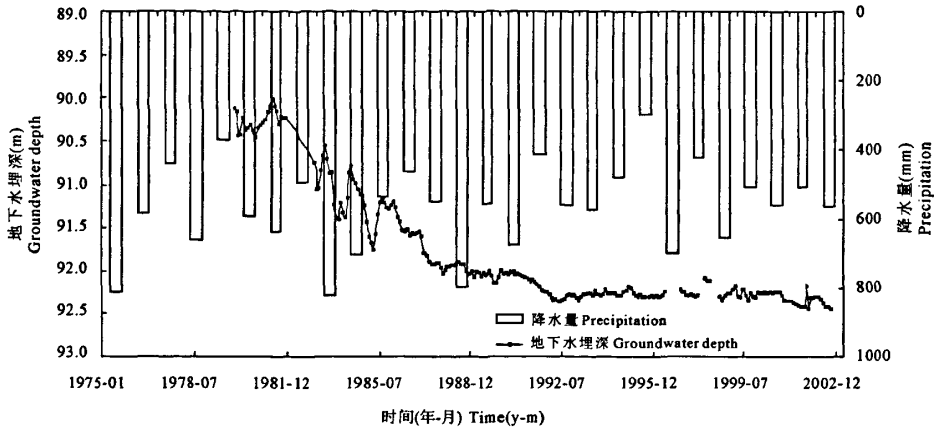


图 5 巨家塬巨家乡韩当村观测井(554[#])地下水埋深与降水量的关系

Fig.5 Effect of rainfall on the depth of groundwater in well 554[#] on Jujia tableland

4 地下水管理对策

4.1 探明地下水储量,统一规划和管理地下水

据咸阳市和长武县水政水资源办公室 1993 年编写的《陕西省长武县水资源评价及开发利用现状分析》^①,长武塬区地下水(潜水)的净储量为 604.77 万 m³。1990 年塬区可开采量 380 m³/a,而实际供水量 119.93 m³/a。但是经过近 20 年的开采,目前塬区地下水的动储量及允许开采量均不清楚,因此,需要对塬区地下水的水量进行一次全面的勘察与评价,为合理开发利用水资源提供决策依据。

在对塬区地下水量摸清家底的基础上,进行地下水年度可开采总量和井点总体布局规划,严格执行地下水取水许可审批制度,使地下水的取用有章可循,杜绝盲目开采和超量开采,防止塬区水文地质环境继续恶化。

4.2 保护地下水资源,防止污染

地下水资源因其埋藏条件的特殊性,一旦遭受污染,很难在较短的时间内恢复,因此务必需要加强对工业废水、城市污水排放的管理,严格执行污水处理,使其达到要求排放标准。同时,也要加强对地下

水水质的监测网建设和水质动态监测,及时发现问题、处理问题。

4.3 加大宣传力度,提倡节约用水

根据以上的分析可以看出,长武塬区的地下水埋深呈逐年增加的趋势,地下水储量在逐渐减小,节约用水是可持续利用地下水的有效途径和必然选择。对塬区城市生活用水,应根据用户行业执行不同的用水定额,积极推广节水设施和器具。在工业上要限制发展耗水量大的用水企业,革新工艺和设备,提高水的重复利用率,减少用水量和排污量,鼓励利用中水。同时,农业上积极推广科学灌溉制度,鼓励使用新型灌溉设备,减少农业用水,提高用水效率。

4.4 采取有效措施,增加降水的入渗补给量

由于长武塬区降水主要集中于 6~9 月,占全年的 60% 以上,且多以连续降水或者暴雨的形式出现。因此,积极植树种草,一方面可以防止水土流失,另一方面,可以涵养水源,提高地下水的降雨入渗补给量。同时,合理规划,在塬面地下水埋深较浅地带开挖渗坑、渗井,拦蓄暴雨,减少降水的流失,增加地下水补给量。

①咸阳市和长武县水政水资源办公室.陕西省长武县水资源评价及开发利用现状分析[R].长武:长武县水利局,1993.

5 结果与讨论

通过对塬区 4 处不同位置水位动态分析可知,处于塬区中部的监测井 551[#] 和 552[#] 年内变化幅度较大,分别达 0.26 m 和 0.29 m,具有明显的季节变化,受降水不同程度的直接补给;处于塬区边缘或者深沟切割处的测井 555[#] 和 554[#] 井年内变化幅度很小,仅 0.05 m 和 0.07 m,季节变化不明显,受降水的直接垂直补给较少。

测井 551[#] 和 552[#] 地下水位的多年动态变化趋势相近,地下水埋深呈“稳定-递减”的趋势,与年降水量关系较密切;测井 555[#] 地下水位呈“先升后降”的趋势,地下水埋深与年内具体降水事件关系不明显,其补给来源年内变化相对较小,可能是塬中部地下水向塬边流动,比较稳定地补给此处地下水。测井 554[#] 地下水位持续下降直至趋于基本稳定的状态,二者与地下水埋深较深以及地形地貌有关。

塬区地下水动态变化分析表明,降水作为塬区地下水主要补给来源,对地下水的补给除了受降水特征以及地形地貌、水文地质条件的影响外,还受到地下水埋深、地下水流场分布等因素的影响。对塬

区进行水文地质普查,摸清地下水资源“家底”是地下水资源持续利用的基础和前提任务;控制机井数目,统一规划和管理地下水,限制地下水的开采量,“以补定采”,是地下水资源持续利用的基本原则;同时采取有效措施,增加降水的人渗补给量,也是实现塬区地下水资源持续利用的有效途径。

参考文献:

- [1] 张子祥. 陇东黄土高原地下潜水富水规律探讨[J]. 中国煤田地质, 2000, 12(4): 39—40, 47.
- [2] 李玉山. 黄土区土壤水分循环特征及其对陆地水分循环的影响[J]. 生态学报, 1983, 3(2): 91—101.
- [3] 施洪德, 贾水瑞, 左秀法. 试论洛川黄土塬包气带水分的赋存与运移[J]. 水文地质工程地质, 1983, (3): 6—13.
- [4] 薛根良. 黄土地下水的补给与赋存形式探讨[J]. 水文地质工程地质, 1995, (1): 38—39.
- [5] 独仲德, 赵英杰. 黄土非饱和和渗流试验研究[J]. 水文地质工程地质, 1997, (2): 50—51.
- [6] 唐亦川, 代革联, 王晓明. 渭北西部黄土台塬黄土地下水补给来源初步分析[J]. 西北地质, 1997, 18(4): 85—89.
- [7] 贺秀斌, 唐克丽. 黄土剖面水文地质特性的初步研究[J]. 水土保持研究, 1999, 6(2): 37—41.
- [8] 李明香, 马炳辉, 刘锦峰, 等. 黄土包气带水分运移的现场研究[J]. 辐射防护, 2000, 20(1—2): 91—100.

Dynamic characteristics of groundwater level on Changwu tableland

WANG Rui^{1,2}, LIU Wen-zhao², ZHAO Xiao-peng³

(1. He'nan Polytechnic University, Jiaozuo, He'nan 454000, China; 2. Institute of Soil and Water Conservation, CAS & MWR, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China; 3. Water Resources Bureau of Changwu County, Changwu, Shaanxi 713600, China)

Abstract: According to the monitored data of groundwater level in four different time series during 1975 ~ 2006, well 551[#], 552[#], 554[#] and 555[#] on Changwu tableland, the annual and monthly changes of groundwater level were systematically analyzed. As to well 551[#] and 552[#], which are near to the middle of the tableland, the monthly changes of groundwater level reach 0.26m and 0.29m respectively and are significantly affected by rainfall recharge. And the annual changes of groundwater level show “stable-downward” trend, which is affected by the same trend of annual precipitation and gradual increasing groundwater exploitation. The monthly change of groundwater levels of well 554[#] and 555[#], which are far from the middle of the tableland, is small and the annual change is different, both of which are less affected by the direct recharge of precipitation and are more affected by the deeper groundwater level and smaller physiognomy. Therefore, some suggestions on wisely using and protection of groundwater were put forward so as to supply referential materials for the efficiency and sustainable use of groundwater on Changwu tableland, such as strengthening uniform management and restraining the exploitation, by constricting the number of motor-pumped wells and adopting the rule that the exploitation amount should comply with that of recharge, and scientific planning of infiltration depressions to increase the recharge of precipitation.

Keywords: groundwater level; dynamic characteristic; recharge; Changwu tableland