

长武塬区涝池演变特征分析

杨雲舒¹, 刘文兆^{1,2}, 宁婷婷², 刘春芬¹

(1. 西北农林科技大学 黄土高原土壤侵蚀与旱地农业国家重点实验室, 陕西 杨凌 712100;

2. 中国科学院 水利部 水土保持研究所, 陕西 杨凌 712100)

摘要: [目的] 基于黄土高原长武塬区涝池多年变化的调查数据, 分析长武塬区涝池演变过程、特征与影响因素, 以阐明其作为地表水体在补给地下水方面的可能作用。[方法] 采用野外实地调查获取涝池数据。[结果] (1) 研究区域涝池数量和面积在调查时段内总体呈现缩小态势, 其中 20 世纪 80 年代前变化相对平缓, 其后缩小速率加快, 2010—2014 年涝池数量和面积年缩小速率均达到最大, 分别为 -5.71% 和 -4.80%。(2) 随着经济社会的发展, 涝池在农村中的地位愈来愈低, 村落布局及管理上对涝池的忽视, 导致大量涝池消失, 而且现存涝池蓄水时段缩短, 多为季节性蓄水。(3) 研究区域涝池面积的缩小与地下水位下降有同样趋势, 表现出一定的因果关系, 这可以解释为涝池对地下水的补给量减少, 可能影响到地下水位变化。[结论] 在人类活动的影响下, 长武塬区涝池减少严重, 今后应予以一定程度的恢复与重建。

关键词: 长武塬区; 涝池; 演变特征; 地下水位

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2015)05-0315-04

中图分类号: X144

DOI:10.13961/j.cnki.stbctb.2015.05.058

Variation Characteristics of Water Storage Pond in Changwu Tableland

YANG Yunshu¹, LIU Wenzhao^{1,2}, NING Tingting², LIU Chunfen¹

(1. State Key Laboratory of Soil Erosion and Dryland Farming on the Loess Plateau,

Northwest Agriculture and Forestry University, Yangling, Shaanxi 712100, China; 2. Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences and Ministry of Water Resources, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: [Objective] The paper aims to study the evolution processes, variation characteristics, influence factors of the water storage ponds in Changwu tableland according to the survey data in recent years, in order to illuminate the possible role of the water storage pond as a surface water body to recharge of the groundwater. [Methods] Data of water storage ponds was collected by field surveys. [Results] (1) The number and area of water storage pond generally showed a decreasing trend in the study period. In the early 1980s, the changes were relatively slow. However, it shrank faster in the later years. From the year 2010 to 2014, the number and area of water storage pond reduced at a maximum rate per year of -5.71% and -4.80%, respectively. (2) With the economic and social development, the role of water storage pond played in the countryside becomes smaller. With the village layout changes and the ignorance of pond management, lots of ponds are disappearing. Moreover, the storage time of extant ponds becomes shorter, and many of them changed into seasonal storage ponds. (3) As the pond area decreased, the groundwater level also declined, indicating a possible relationships between them. The loss of ponds' replenishment may somehow cause changes in the groundwater level. [Conclusion] Under the influence of human activities, the water storage pond in the Changwu tableland was seriously reduced, and some actions should be taken to recover and construct the water storage ponds in future.

Keywords: Changwu tableland; water storage pond; variation characteristics; groundwater level

涝池是水资源亏缺地区农村为了拦蓄道路、场院流淌出来的雨水而在村庄附近修筑的一种池塘^[1-2],

南方丘陵区称之为陂塘^[3]。秦汉时期已有修建涝池拦蓄雨水进行灌溉的历史记载^[4]。涝池不仅可以拦

收稿日期: 2015-01-26

修回日期: 2015-04-02

资助项目: 国家“十一五”科技支撑计划课题“高塬沟壑区农林多元综合治理模式研究与示范”(2006BAD09 B09)

第一作者: 杨雲舒(1990—), 女(汉族), 重庆开县人, 硕士研究生, 主要从事流域管理方面研究。E-mail: yunshuY1224@163.com。

通信作者: 刘文兆(1960—), 男(汉族), 陕西省乾县人, 博士, 研究员, 从事水文生态与流域管理研究。E-mail: wzliu@ms.iswc.ac.cn。

蓄地面径流,防止土壤冲刷,减少水患,旧时涝池中的存水可供家畜饮水、村妇洗衣、拉水灌溉,还能形成所在区域独特的湿地景观。但随着经济社会的快速发展,新农村建设的全面深入,这种湿地景观正逐渐消失。自 20 世纪 80 年代后期以来集雨庭院经济和集雨补灌试验与示范工程不断发展,包括甘肃省的“121 雨水集流工程”,宁夏南部山区的“窑窖农业”等试验示范^[4-5],集水式窑窖大量涌现,但这不同于传统意义上的涝池。本文籍由调查统计,分析涝池的发展过程,说明其演变特征与影响因素,有助于阐明其作为地表水体在水土保持与补给地下水方面的可能作用,同时对于在新农村建设过程中人们留恋涝池这一农村湿地景观,期望其能回归重建的思想与实践具有重要意义。

1 研究区概况

选取陕西省长武县为研究区域。长武县地处黄土高原沟壑区,塬面海拔在 1 200 m 左右。受泾河、黑河、南河的分隔,长武县的塬地有长武塬、巨路塬和枣园塬 3 大部分^[6]。属西北内陆暖温带半湿润大陆性季风气候区,冬季长而干冷,夏季短而清凉。年平均日照时间 2 226.5 h,年平均气温为 9.1 °C,无霜期 171 d,多年平均降水量 580 mm,主要集中在 7—9 月。雨季大量泄洪,旱季普遍缺水,使得该区洪水、干旱与水土流失等灾害频繁发生,对农业生产和居民生活造成很大危害。为了拦蓄道路、场院流淌的雨水,居民在村头低洼地开挖涝池,以方便蓄水和日常用水。研究区包括 9 镇,辖 160 个行政村。总人口 18 万人,总面积 567 km²。调查点位于洪家镇、地掌镇、彭公镇和巨家镇。

2 材料与方法

(1) 涝池数据。以研究区水利局 4 个代表性的地下水埋深监测井所在行政村及附近村庄为调查对象,通过野外实地考察和走访记录相结合的方式对 4 镇 17 个行政村的涝池情况进行了调查。其中涉及洪家镇的王东村、丈六村、下柳村、上柳村、丁村和凤口村;地掌镇的地掌村、浅水村和代家岭村;彭公镇的方庄村、孝席村、曹胡村和丰头村;巨家镇的西王村、车圈村、新家坡村和韩党村。

调查内容包括现存涝池调查和历史涝池调查,现存涝池调查内容包括地理坐标、形成时间、面积及面积发生变化情况(面积变化时间、原因、变化程度)、蓄水状况及蓄水时段发生变化情况(蓄水变化时间、原

因、变化程度)等;历史涝池调查的指标涉及地理坐标、形成时间、面积、消失时间、消失原因等。

为了提高所获得数据的准确性,每个涝池调查访问选择 3 位村民。受访者为年龄在 60 岁以上的常住人口。整理涝池数据时注意 3 份信息的查漏补缺,同时剔除差异较大的数据,最终将获得的信息整合为 1 份数据。由于调查历史时段较长,调查难以准确到具体年份,因此在整理、分析涝池数量及面积的过程中,时间尺度选取为年代(10 a)。

(2) 地下水数据。选取长武县水利局 4 个代表性地下水埋深监测井的长期观测数据。其中 551# 监测井位于长武塬西段的洪家镇凤口村,地下水埋深数据从 1976 年 1 月持续到 1993 年 9 月;552# 监测井位于长武塬中段的地掌镇代家岭村,地下水埋深数据从 1976 年 1 月持续到 2010 年 7 月;555# 监测井位于长武塬东段的彭公镇丰头村,地下水埋深数据从 1977 年 5 月持续到 2005 年 11 月;554# 监测井位于巨路塬的巨家镇韩党村,地下水埋深数据从 1980 年 1 月持续到 2003 年 7 月。

3 结果与分析

3.1 涝池演变特征

涝池作为水资源亏缺地区的一种蓄水工程,它的演变不仅包括其自身的数量变化、面积变化,还包括蓄水情况变化。通过研究发现,长武县调查区域涝池演变情况复杂,针对涝池变迁过程中的实际情况,以下从涝池数量及面积总变化、现存涝池面积及蓄水变化和涝池消失情况 3 个方面进行分析。

3.1.1 长武县调查区域涝池数量及面积总变化 20 世纪 60 年代调查区域涝池变化较小,但就整个研究时段而言,涝池数量及面积总体上表现出减少趋势(表 1)。50 a 余间,涝池的数量和面积的年减少速率逐渐加大,到 2010—2014 年达到最大,分别为 -5.71% 及 -4.80%。

自 20 世纪 80 年代始涝池数量基本呈现出直线下降趋势。涝池的减小时段主要集中在 20 世纪 80 年代和 21 世纪初,截止 2014 年涝池数量下降到 5 个/10 km²,涝池面积仅占到 20 世纪 60 年代涝池面积的 34.0%。从表 1 还可以看出,研究区域单个涝池的平均面积由 20 世纪 60 年代初期的 252 m²,不断增大至 2014 年的 342 m²,主要原因在于同一时期的涝池数量下降速率大于面积下降速率。20 世纪 60 年代调查区域涝池数量呈现动态平衡,面积有些许增加。

表 1 长武县调查区域涝池数量及面积变化

年份	涝池数量 (个 · 10 ⁻¹ · km ⁻²)	数量年变化速率/ (% · a ⁻¹)	涝池面积/ (m ² · km ⁻²)	面积年变化速率/ (% · a ⁻¹)	面积百分数/ %
1960	20	—	503	—	100.0
1970	20	0.00	517	0.28	102.8
1980	18	-1.00	491	-0.50	97.6
1990	14	-2.22	397	-1.91	78.9
2000	11	-2.14	352	-1.13	70.0
2010	7	-3.64	225	-3.61	44.7
2014	5	-5.71	171	-4.80	34.0

注:时间数据中除 2014 表示 2014 年实地调查时的涝池情况外,其余均表示该年代初期的涝池情况,如 1960 表示 20 世纪 60 年代初期的涝池情况;年变化速率中的数值为正表示增加,为负表示减少;面积百分数中的值是指计算年度占起始年度面积的百分数。

3.1.2 现存涝池面积及蓄水情况 涝池通过拦截、蓄集田地、道路、场院流淌的雨水,一方面达到蓄水的作用,另一方面涝池旁绿树成荫,形成独特的涝池湿地景观。通过调查、访问发现,研究区域现存涝池总面积为 171 m²/km²,单个涝池的平均面积为 342 m²。现存涝池仅存在两种蓄水情况——临时蓄水和季节性蓄水。其中临时蓄水涝池数量占现存涝池总量的 20.0%,季节性蓄水涝池数量占到现存涝池总量的 80.0%,季节性蓄水涝池中有 75.0%的涝池由常年蓄水涝池退化而来。目前塬区涝池的主要存水时间集中在每年的 7—9 月。

近年来随着经济社会的不断发展,村民对涝池的依赖进一步减弱,保护涝池的意识更加薄弱,在村庄美化 and 水泥道路建设过程中忽视涝池的存在,导致涝池来水进一步减少,针对这一现象如不及时采取有效措施,涝池的蓄水功能将进一步退化。调查中我们还发现现存涝池中垃圾堆放现象严重,雨后涝池变成了污水池。

3.1.3 涝池消失情况 调查区域涝池消失严重,消失涝池数量占涝池总量的 75.0%。20 世纪 60 年代涝池即已存在微弱的消失现象,但同时期的新建涝池掩盖了这一现象,所以涝池数量趋于稳定。20 世纪 70 年代后的各时期虽然也有新建涝池,但数量较少,同时已存在的涝池在各种因素的影响下消失严重,其中以 20 世纪 80 年代和 21 世纪初最为突出,涝池消失数量分别占总消失数量的 26.7%和 40.0%。

3.2 涝池变迁的影响因素

根据调查分析,主要有以下三方面的原因。

(1) 人畜用水来源的改变,削弱了涝池的存在价值。长武境内水源分布不均,多数地方人畜用水困难,村民饮用水主要依靠为数不多的机井,洗衣和牲畜饮用则依赖涝池。自 20 世纪 70 年代始,研究区兴建了多项人畜用水工程。1989 年,全县在乡村就已完成 199 个小型饮水工程,供水正常的有 131 个,基本

保证 9.44 万人和 1.64 万头大型牲畜用水^[6]。至 2011 年全县正常运行的供水工程增至 218 处,自来水入户 19 757 户 79 864 人,集中供水点供水 11 735 户 46 583 人^[7],涝池的存在价值被大大削弱。

(2) 经营管理的不善,减弱了涝池的蓄水功能。涝池修建过程中一般要求采用胶泥与灰土夯实、牲口踩踏等方法对其进行基础处理,并配以沉沙池以防淤积^[8]。但是调查发现,长武塬区涝池均未配套沉沙池,淤积严重。随着农业机械化的快速发展,用以耕作的大型牲畜数量急剧减少,加之专用牲畜饮水工程的建设,牲畜对涝池底部的踩踏、夯实作用消失。因此缩短了涝池的蓄水时间,使得现有涝池多成季节性蓄水,有的存水时间仅有几天。

(3) 政策的改变和实施,加剧了对涝池的侵占。1981 年该区开始实行家庭联产承包责任制,长武塬区农业生产关系发生变革,原来由集体统一经营管理的土地分给农户分散经营,但绝大部分涝池仍为集体所有,从而导致涝池的经营管理权落空。同时在乡村规划建设中忽视涝池,致使其被村庄、道路占用。

涝池位于村头的低洼地,是排水的接受地。如果新农村建设中建有新的蓄排水措施,农村涝池的使命就会逐渐消失,但作为一种湿地资源有其特殊价值所在,应该引起人们的重视。

3.3 涝池对地下水补给的可能影响

研究区地下水位下降严重(图 1—4),这与人为开采量增加^[9]及降水的补给减少有关。一方面降水通过形成土壤水缓慢补充地下水^[10],但已有研究表明,黄土塬区的多年生人工林草能够引起深层土壤干燥化,且随着林草年限增加而加深变强,干层分布深度增加^[11],进而改变水分循环的方式,阻止水分下渗补给地下水^[12];另一方面降水通过形成径流汇集于负地貌集中补给地下水^[10]。涝池作为长武塬区的一种人工负地貌形式,它的减少在一定程度上影响着地下水的补给。

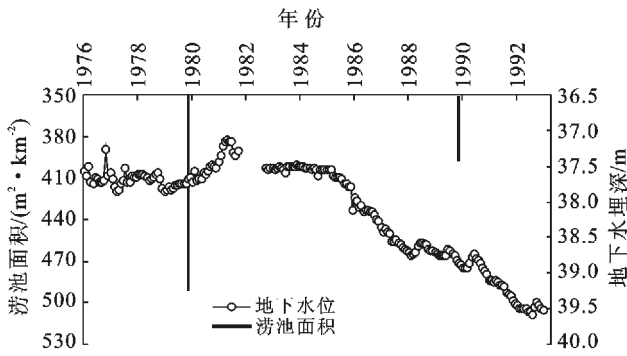


图 1 长武塬区洪家镇观测井(551#)
地下水埋深与涝池面积变化

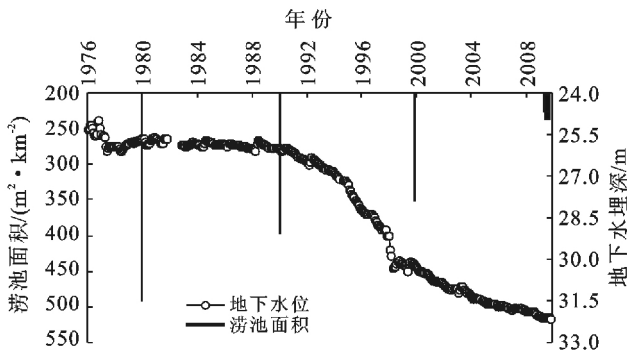


图 2 长武塬区地掌镇观测井(552#)
地下水埋深与涝池面积变化

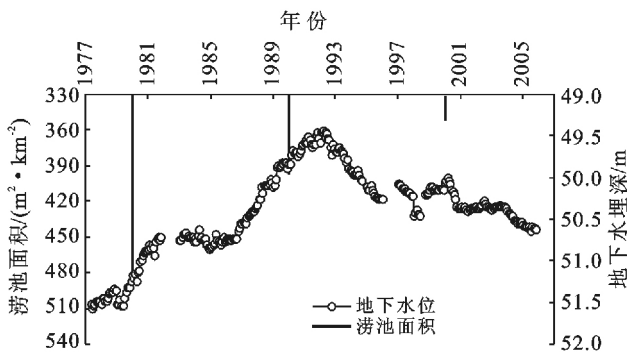


图 3 长武塬区彭公镇观测井(555#)
地下水埋深与涝池面积变化

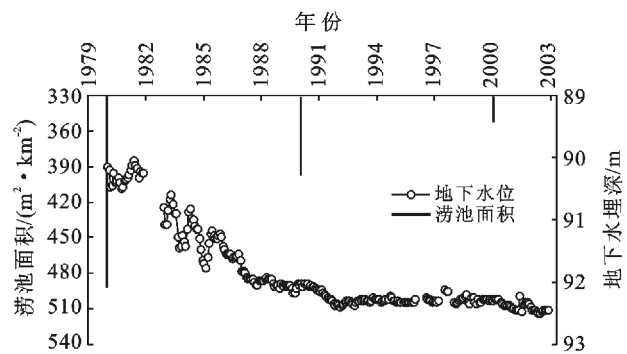


图 4 长武塬区巨家镇观测井(554#)
地下水埋深与涝池面积变化

在整个研究时段内调查区域涝池面积总体呈现减小态势。从图 1 可以看出,551# 监测井地下水埋深

于 1986 年开始降低,地下水埋深平均每年下降 0.19 m,直至 1993 年 551# 监测井干涸;552# 监测井 1980—1989 年地下水埋深相对平稳,1989—2010 年地下水埋深下降趋势显著,年均下降 0.28 m(图 2);555# 监测井的地下水埋深变化可以分为两个阶段(图 3):1992 年前的阶梯上升阶段和 1992 年后的稳步下降阶段,已有研究表明,555# 监测井地下水埋深 1992 年前的阶梯上升与 1990 年以前降水量呈增加趋势有关,同时还可能与塬中部地下水向塬边流动,比较稳定地补给此处地下水有关^[13]。从图 1—3 可得知,长武塬区涝池面积缩小与地下水埋深下降表现出相同的趋势,具有一定的因果关系,可以解释为随着涝池面积的缩小,降水在塬面形成的地表径流更多地直接流入沟道,从塬面入渗补给地下水的量减少,可能导致地下水埋深下降。与其他 3 个地下水埋深监测井不同,554# 监测井地下水埋深从 1981 年即表现出显著下降趋势,至 1986 年这种显著下降态势得到缓解,随后的 1987—1992 年地下水埋深缓慢下降,1992 年后趋于平稳。这可能与 554# 监测井位于研究区南部的巨路塬有关,该区塬面狭窄,沟壑纵横,沟深在 150 m 以上,地下水埋藏较深(图 4),降水补给有其特殊性。

4 结论

(1) 调查区域涝池的数量及面积在整个研究时段内总体呈现出减少态势。涝池减小时段主要集中在 20 世纪 80 年代和 21 世纪初,到 2010—2014 年期间,涝池数量和面积的年减少速率达到最大,分别为 -5.71% 和 -4.80%。

(2) 通过调查发现,研究区域 75.0% 的涝池已经消失,现存涝池总面积为 171 m²/km²,单个涝池平均面积为 342 m²。现存涝池仅存在季节性蓄水和临时蓄水两种情况,其中季节性蓄水涝池数量占总量的 80.0%。目前塬区涝池的主要存水时间集中在每年的 7—9 月。

(3) 人类活动的影响在涝池变迁中占主导作用,主要表现为人畜用水来源的改变,削弱了涝池的存在价值;经营和管理的不善,减弱了涝池的蓄水功能;新的村镇规划,较少考虑涝池在村落布局中的位置。

(4) 研究区地下水埋深下降严重。地下水的补给,主要来源于降水的入渗。涝池通过汇集雨水径流在一定程度上能够补给地下水。长武塬区涝池面积缩小与地下水埋深下降表现出相同的趋势,具有一定的因果关系,可以解释为随着涝池面积的缩小,降水在塬面形成的地表径流更多地直接流入沟道,从塬面入渗补给地下水的量减少,是地下水埋深下降的原因之一。

(下转第 322 页)

的。需要说明的是,土样取自关中平原中南部的第一层古土壤,因此该式具有其特殊性。但抗剪强度随含水量和干密度的表达形式是固定的,含水量和干密度只需进行简单的物理性质测试就可得到。

3 结论

(1) 黄土古土壤抗剪强度指标 c, φ 随着含水量的增大而减小,黏聚力随含水量的增加降低的幅度较大。

(2) 黄土古土壤的黏聚力随干密度的增大而增大,在含水量较大的情况下,黏聚力随干密度增大的幅度较大。内摩擦角随干密度的增大表现出先增大后减小的趋势,且变化区间较小。

(3) 在相同干密度条件下原状土样的黏聚力、内摩擦角均大于扰动土样。原状土样和扰动土样的黏聚力、内摩擦角均随含水量的增大而减小,原状土样的黏聚力随含水量递减的趋势大于扰动土样。

(4) 利用库伦公式,揭示出黄土古土壤的抗剪强度指标黏聚力随含水量的变化呈指数函数关系,内摩擦角与含水量呈二次多项式的关系。得到关中平原中南部的第一层黄土古土壤随含水量和干密度变化的抗剪强度公式。

[参 考 文 献]

[1] 岳应利. 黄土高原西部黄土工程物理性质及其成因[J].

中国沙漠,2004,24(6):680-684.

[2] 雷祥义,屈红军,岳乐平. 灞河阶地黄土—古土壤系列及其年代意义[J]. 西北大学学报,1992,22(2):219-225.

[3] 赵景波,邵天杰,牛俊杰. 西安白鹿塬黄土渗透性与含水条件[J]. 地理研究,2009,28(5):1189-1190.

[4] 张宁宁,骆亚生,沙磊. 含水率对非饱和原状黄土强度的影响[J]. 水土保持通报,2013,33(5):101-104.

[5] 骆亚生,谢定义,邵生俊,等. 非饱和黄土的结构变化特性[J]. 西北农林科技大学学报:自然科学版,2004,32(8):114-118.

[6] 党进谦,李靖. 含水量对非饱和黄土强度的影响[J]. 西北农业大学学报,1996,24(1):57-60.

[7] 党进谦. 非饱和黄土的结构强度及其作用[J]. 西北农业大学学报,1998,25(6):48-51.

[8] 张文毅,党进谦,朱彭涛,等. 重塑黄土强度试验研究[J]. 水电能源科学,2011,53(5):53-56.

[9] 李保雄,苗天德. 黄土抗剪强度的水敏感性特征研究[J]. 岩石力学与工程学报,2006,25(5):1003-1008.

[10] 雷胜友,李志远,王吉庆,等. 含水量对非饱和黄土强度的影响[J]. 交通运输工程学报,2012,12(1):1-5.

[11] 张茂花,谢永利,刘保健. 增湿时黄土的抗剪强度特性分析[J]. 岩土力学,2006,27(7):1195-1200.

[12] 刘宏泰,张爱军,段涛,等. 干湿循环对重塑黄土强度和渗透性的影响[J]. 水利水运工程学报,2010(4):38-40.

[13] 张文毅,党进谦,朱彭涛,等. 重塑黄土强度试验研究[J]. 水电能源科学,2011,29(5):53-56.

(上接第 318 页)

[参 考 文 献]

[1] 贾劝宝. 陇东的“渗坑”与“涝池”[J]. 水利天地,2010(2):28-29.

[2] 刘照生,刘志荣. 旧式涝池的改造与利用[J]. 小城镇建设,1992(3):19.

[3] 杨光,丁国栋,屈志强. 中国水土保持发展综述[J]. 北京林业大学学报:社会科学版,2006,5(S1):72-77.

[4] 黄占斌,程积民,赵世伟,等. 半干旱地区集雨利用模式及其评价[J]. 农业工程学报,2004,20(2):301-304.

[5] 陈爱侠,于法稳. 黄土高原半干旱区雨水集蓄利用研究[J]. 生态经济,2002(12):47-49.

[6] 长武县志编纂委员会. 长武县志[M]. 西安:陕西人民出版社,2000.

[7] 周玉娟. 长武县农村安全饮水的现状与对策[J]. 吉林农业,2011(7):18-19.

[8] 杨三君. 防止水窖涝池渗漏和淤积的有效办法[J]. 陕西农业科学,1960(7):315.

[9] 张盼,刘文兆. 应用时间序列模型分析长武塬区地下水水位的变化特征[J]. 水土保持研究,2010,17(3):22-27.

[10] 王锐. 基于环境同位素的黄土塬区降水—土壤水—地下水转换关系研究[D]. 陕西 杨凌:中国科学院、教育部水土保持与生态环境研究中心,2007.

[11] 程立平,刘文兆. 黄土塬区土壤水分分布特征及其对不同土地利用方式的响应[J]. 农业工程学报,2011,27(9):203-207.

[12] 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.

[13] 王锐,刘文兆,赵小鹏. 长武塬区地下水动态特征分析[J]. 干旱地区农业研究,2010,28(3):48-52.