

低丘红壤区不同降雨类型对浅层地下水位 动态变化的影响 ——以江西省余江县为例

程训强^{1,2}, 王明珠², 唐家良^{1,2}, 张斌^{2,3*}

(1. 中国科学院水利部成都山地灾害与环境研究所, 四川 成都 610041;

2. 中国科学院南京土壤研究所, 江苏 南京 210008; 3. 中国农业科学院农业资源与农业区划研究所, 北京 100081)

摘 要: 为研究低丘红壤区不同降雨类型对浅层地下水埋深的影响, 在江西省余江县选择受自然因素影响较大的 7 口井进行分析。结果表明: 影响浅层地下水位变化的因素除了与降雨量、蒸发量、地表径流以及降雨过程中入渗土壤的雨水量外, 还与降雨历时、降雨前期土壤的湿度等因素有关; 据监测 2 a 的地下水位、降雨量等动态变化, 从中选出三种降雨类型(Ⅰ 降雨强度小且历时长, Ⅱ 降雨强度大且历时短, Ⅲ 干旱无雨时突然一场中雨), 其中一场中雨就可以使Ⅰ的井水位剧烈变化, 一场大雨可以使Ⅱ中的井水位明显抬升, 偶尔一场大雨仅能湿润Ⅲ的土壤, 对地下水位没有太多的影响; 在浅层地下水位与降雨量、地表径流及进入土壤的雨水(RO)的相关性分析中, 以降雨类型Ⅱ的相关系数的绝对值最大, 且均呈极显著负相关, 而降雨量与地表径流和 RO 呈极显著正相关。这表明在土壤周年盈水期且连续降雨时期, 可对浅层地下水进行存储, 以备在干旱少雨且作物需水时使用。

关键词: 红壤; 地下水埋深; 浅层地下水; 降雨类型

中图分类号: P641. 123; TV 121. 3

文献标识码: A

低丘红壤主要分布于赣、浙、皖、湘等省的全部或部分区域, 是我国重要的粮食产地。由于受到东南季风的影响, 该地区降雨丰沛但分布不均、作物需水期与降雨期不完全同步, 再加上红壤的通透库容大^[1-2]、保水性差、贮水库容小、深层水多而难以利用^[3]以及地表水利用率低、土壤的入渗率较高等特点, 使得该地区季节性干旱时需要大量的浅层地下水等水资源来灌溉农作物。

影响浅层地下水变化的因素甚多^[4], 主要有人

为因素和自然因素^[4-5]。在自然因素中, 影响浅层地下水位变化的主要因素是补给源的特征, 即距离补给水源远近、水位高低(河塘渠高程)等, 其次是观测井周围环境, 如覆被类型、覆被率、土层厚度等^[6-7]。本文选择受自然因素(降雨量、蒸发量等)影响较大的 7 口井, 在不同的降雨类型、降雨历时等因素下, 观察降雨等自然因素对浅层地下水(潜水)动态变化的影响, 为合理利用浅层地下水、促进农业增产增收提供科学依据。

收稿日期(Received date): 2010 - 05 - 15; 改回日期(Accepted): 2010 - 07 - 28。

基金项目(Foundation item): 863 项目“南方季节性缺水灌区节水农业综合技术体系集成与示范”课题(2002AA2Z4331)和土壤与农业可持续发展国家重点实验室 2010 年开放基金课题: 红壤低丘区不同土地利用方式下水氮运移模拟研究。[Supported by State 863 Projects "Integration and Demonstration of Water - Saving Agriculture in the Seasonal Water - Deficit Irrigation District in Southern China" No. 2002AA2Z4331, and fundation of State Key Laboratory of Soil and Sustainable Agriculture(2010) "Simulation of Water and Nitrogen Transport under Different Land uses in Low Hilly Red Soil Area".]

作者简介(Biography): 程训强(1979 -), 男(汉族), 江苏徐州人, 助研, 主要从事生态水文研究。[Cheng Xunqiang(1979 -), male, born in Xuzhou, Jiangsu Province, associate researcher, interested in ecology and hydrology.] E-mail: xqcheng@imde.ac.cn

* 通讯作者(Corresponding author): 张斌(1966 -), 男(汉族), 江苏如皋人, 研究员, 主要从事土壤水分、生物物理研究。[Zhang Bin(1966 -), male, born in Rugao, Jiangsu Province, Professor, mainly engaged in soil moisture and soil biophysics.] E-mail: bzhang@caas.ac.cn

1 区域概述和研究方法

1.1 区域概述

江西省余江县地处赣东北武夷山区向鄱阳湖平原的过渡地段,以低丘岗地为主(约占全县土地面积的 80%),土壤类型主要是低丘红壤及其发育的红壤性水稻土(占全县土地面积的 90%)。该地区年均温 17.6℃,年均降水量 1 788.8 mm,年均蒸发量 1 362.0 mm。但水热不完全同步,3~6 月为雨季,降雨占全年的 58.3%,而 7~9 月(作物需水期)高温少雨,月均温 30℃左右,降水量仅占全年的 19.6%^[3]。

1.2 井位描述

为了反映余江县低丘红壤地区浅层地下水水位随降雨量变化而变化的特征,选择其中主要受降雨量、蒸发量等自然因素影响的井群:低丘(孙家 1~4 编号为 S1~S4)和岗地(嘉森 1~3,编号为 J1~J3)的 7 口井,其基本属性见表 1。

1.3 研究方法与数理统计

浅层地下水位直接使用皮尺监测,5 d 测量一次,连续测定 2 a(2004-03—2006-02)。降水使用 JDZ05-1 型口径 200 mm 的不锈钢雨量计,并使用数据采集器(Data logger, Cambridge UK)存储降水数据。地表径流以每次降雨时记录的翻斗仪读数,乘以标定的翻斗仪体积来计算其径流深。蒸发量数据来源于临近(5 km)的中国科学院红壤生态实验站(国家农田生态系统鹰潭野外科学观测研究站)。

数据统计均使用 SAS 9.1 中文版中的相应软件包进行统计,作图均在 Origin pro 7.5 软件绘制。

2 结果分析

2.1 降雨数理统计

在 2004-03—2006-02 监测期间,共降雨 283 d,平均每天降雨 4.8 mm,标准差为 13.1。小雨 177 d,占总降雨天数的 62.54%;中雨 67 d,占 23.67%,大雨 27 d,占 9.54%;暴雨 9 d,占 3.18%;大暴雨 3 d,占 1.06%。3 次大暴雨的降雨量和时间分别为:124.0 mm,2004-05-12;128.5 mm,2004-08-13;128.0 mm,2005-06-18。统计表明:在干旱季节产生大暴雨,对浅层地下水水位的影响尤为明显(图 1)。

2.2 浅层地下水动态变化

2.2.1 浅层地下水的时间变化特征

图 1 表示的降雨量和蒸发量是以 5 d 为单位进行累加,并与 S1-4 号井和 J1-3 号井的浅层地下水水位相对应反映其动态变化。从中可以看出,7 口井的浅层地下水随着年际变化而出现规律性的变化:盈水期(3—6 月)^[3],平均降雨量为 38.63 mm/d,随着降雨量的增加,浅层地下水水位波动很大,其平均埋深 S1-4 号井分别为 4.28 m、5.88 m、3.14 m 和 3.97 m,J1-3 号井分别为 1.32 m、0.17 m 和 0.20 m,以 S1-4 号井和 J1 号井地下水位变幅较大,J2 号和 J3 号井变幅相对小些;耗水期(7~10 月),平均降雨量为 16.20 mm/d,S1-4 号井平均地下水埋深分别为 5.95 m、6.89 m、4.34 m 和 5.14 m,J1-3 号井分别为 3.13 m、1.22 m 和 1.87 m,其地下水平均埋深明显高于盈水期,由此可见,在蒸发量大于降雨量且作物需水量增加的时期,7 口井的浅层地下水埋深变化波动趋于平稳;复水期(11 月至

表 1 7 口井的基本属性
Table 1 Basic attribution descriptions of 7 wells

井位	海拔 /m	相对高程 /m	井深 /m	坡度 /°	土厚 /m	土壤质地	河塘渠远近 /m	河塘渠高程 /m	利用类型	植物覆被率 /%
S1	53.5	0.4	6.7	7	6.7	红粘土	170	50.3	旱作	30
S2	54.2	1.0	8.4	5	6.6	红粘土	120	50.3	旱作	30
S3	52.2	0.5	9.8	2	7.2	红粘土	110	50.8	林	100
S4	53.1	1.1	6.1	4	7.0	红粘土	100	50.6	梨园	80
J1	45.1	1.5	4.0	5	10.0	红粘土	160	42.0	苗圃	60
J2	42.0	2.6	4.5	3	11.8	红粘土	150	40.7	苗圃	65
J3	44.2	2.4	5.2	5	11.0	红粘土	165	41.6	苗圃	70

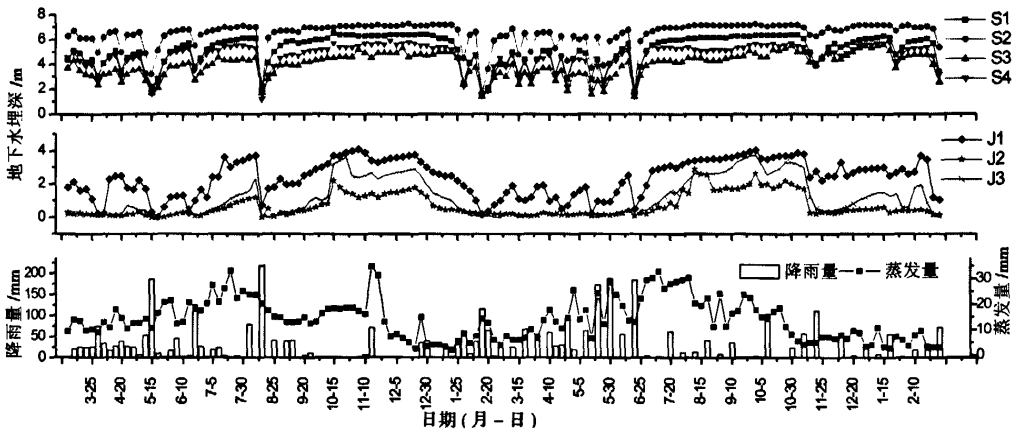


图1 2004-03—2006-02降雨量、蒸发量与浅层地下水水位动态变化

Fig.1 Dynamic changes of rainfall, evaporation and underground water tables from March 2004 to February 2006

翌年2月),雨水量前低后高,平均降雨量为20.21 mm/d,使得观测井潜水位初冬探底,并随着翌年1—2月降雨量的增加,平均潜水埋深有所上升,S1—4号分别为5.45 m、6.71 m、4.46 m和4.95 m,J1—3号分别为2.66 m、1.69 m和1.31 m。

2.2.2 不同降雨类型对浅层地下水的影响

雨水降落至地表后,一部分形成地表径流流入沟渠,一部分则通过入渗进入地下,进而影响地下水水位的变化。其两者所占比例与研究区域的地质、坡度、土壤类型、土层厚度、植被类型、覆盖率、降雨强度、降雨类型等因素有关。对于一个主要受自然因素影响而固定的井位而言,其属性如地质条件、土壤类型、土层厚度、植物类型与其覆盖率基本上是确定的,影响浅层地下水位变化的因素主要是降雨类型、降雨强度、蒸发等因素。

为了研究降雨强度、降雨历时等自然因素对7口井浅层地下水埋深的动态变化,从2a监测数据中,选择三种不同类型的降雨过程(图2):(I)降雨强度小,历时长(2004-03-10—06-10);(II)降雨强度大,历时短(2004-07-15—09-20);(III)干旱无雨时一场中雨(2004-10-10—12-10)。

图2(I)表明:前期有降雨的情况下,03-30(5d累积降雨量为74.5 mm)和05-15(5d累积降雨量为187 mm)2次降雨使得S1-4四口井和J1号井的水位明显抬升,随后迅速下降,而J2-3号井的水位变化不大。这种变化差异与其土层厚度有一定相关性:J2-3土层均超过11 m,另外5口井土层均在

10 m以下,在前期连续阴雨且降雨历时的情况下,突然降雨对土层厚的井位来说影响甚小。

图2(II)中,08-05累积降雨量为79 mm,对浅层地下水位没有太多的影响,而08-15累积降雨量为218.5 mm,造成7口井的地下水位明显抬升。08-20的浅层地下水位逐渐开始下降,其中S1-4号井和J1号井对应下降明显,J2-3号井下降则相对缓慢。这可能与土层相对较厚以及河塘渠高程相对较低有关。

图2(III)中,前期无雨,浅层地下水位的升降波动变化,主要受河塘渠等其他补给源的影响。在累积降雨量为70.5 mm的11-15,7口井的浅层地下水位变化多不大,仅S3号井稍有变化,可能与坡度小(2°)、林地及其100%覆盖率有关,有利于降雨下渗,进而影响浅层地下水位变化。

从综合图2可见,前期有连续降雨,土壤含水量达到一定水平,一场中雨就可以引起浅层地下水位的剧烈变化,对于暴雨或大暴雨来说,也会造成浅层地下水位的剧烈变化,但会有更多的雨水随地表径流而流走。前期没有降雨或者降雨量少的时间段,偶尔一场大雨仅能湿润上层土壤(因为土层厚,储水量大),雨水未达潜水面,对潜水位动态变化影响较小。因此,浅层地下水位动态变化的影响因素除了与雨量大小有关外,还与前期降雨量以及降雨历时诸因素有关。

2.3 相关性分析

影响浅层地下水资源的主要因素是潜水井的补给水源(河塘渠远近等)、井周围环境的特征(土地利

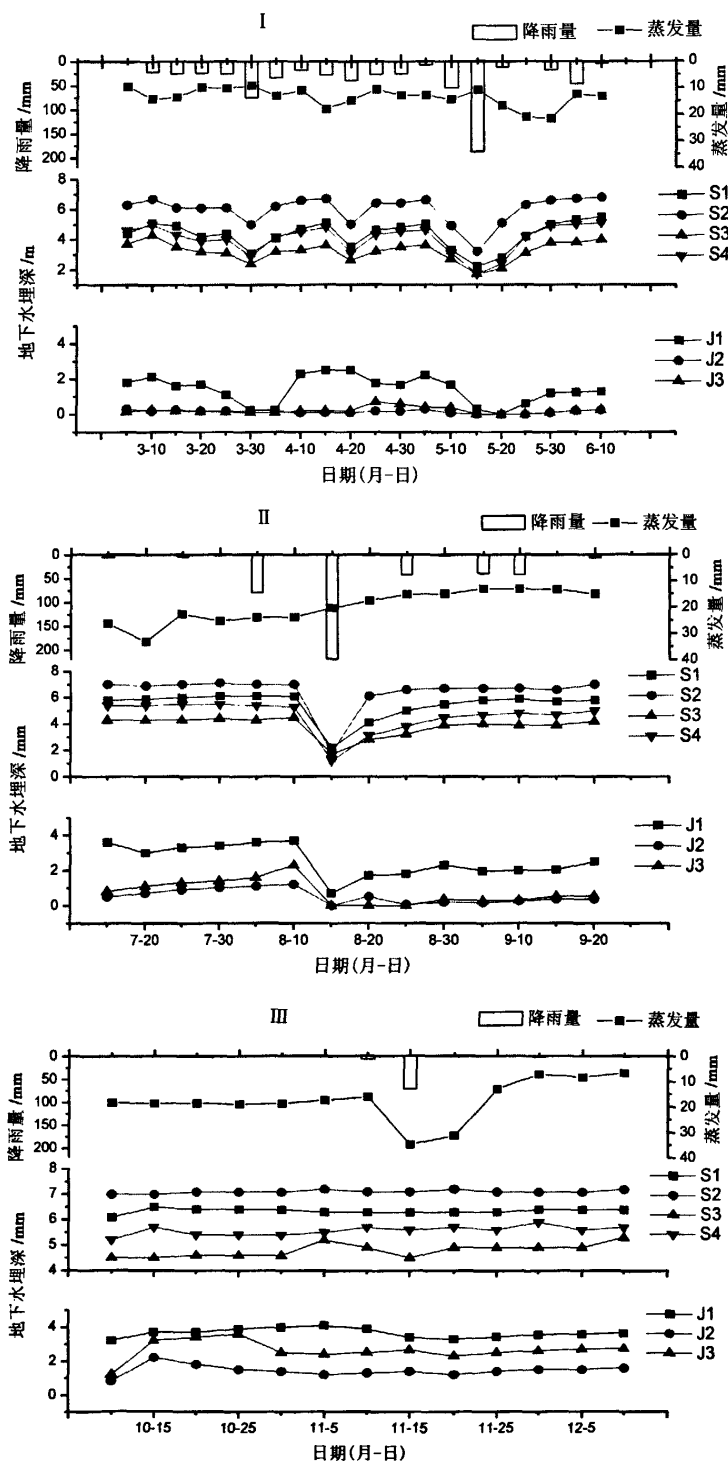


图2 三种不同降雨类型与浅层地下水位动态变化

Fig. 2 Dynamic changes of underground water tables in three different rainfall types

用类型、覆被率、土层厚度等)^[6]。对于监测的7口井来说,由于距离补给水源(河塘渠等)均超过100 m(受补给源的影响可视为相同),其浅层地下水位的动态变化主要是受降雨、蒸发、地表径流等因素的影响。

表2可见:降雨类型Ⅰ中,降雨量、地表径流以及RO(降雨量减去地表径流,即进入土层的雨水的量)与S1-4号井的浅层地下水位呈极显著负相关,相关系数绝对值均大于0.5;与J1-3号井与之不显著相关,说明其降雨量和RO是孙家系列井(S)而不嘉森系列井(J)浅层地下水位变化的主要影响因子;降雨量与地表径流及RO成极显著相关(相关系数>0.9),也就暗示了在前期阴雨的时期,降雨量越大,地表径流和进入土层的雨水越多;蒸发量对S系列和J系列井的浅层地下水位变化影响作用均不大,只是其S系列,相关系数是正的,即蒸发量越大,水位下降越大,而J系列是负相关,这可能与其井周围的利用类型有关,由于均为幼树苗圃,蒸发量虽然增加,但苗木涵养水源导致水分蒸发减少,浅层地下水位反而有所抬升。

降雨类型Ⅱ中,S1-4号井的水位与降雨量、地

表径流及RO成极显著相关,相关系数的绝对值均高于降雨类型Ⅰ,说明前期降雨量少、且雨强大的降雨类型对浅层地下水位的影响高于前期阴雨且历时长的降雨类型;J1号井与降雨量和地表径流显著负相关,J2、J3号井水位则与降雨量和地表径流不显著相关,但是,J1-3号井的水位与蒸发量显著正相关;降雨量与地表径流及RO相关性与类型Ⅰ一致。

降雨类型Ⅲ中,孙家系列4口井和嘉森系列3口井的浅层地下水位与降雨量、蒸发量、地表径流以及RO等均无极显著相关;由于无地表径流产生,而使得降雨量与RO相关系数为1。

对观测2a的数据进行相关性分析表明:7口井浅层地下水位与降雨量、地表径流及RO均出现极显著负相关,降雨量与地表径流和RO呈现极显著的正相关,相关系数高达0.94。

结合图2可以看出,在前期连续降雨的过程中(见图2Ⅰ)孙家4口井的浅层地下水位与降雨量、地表径流及RO的相关系数的绝对值明显低于前期降雨量少、雨强大的过程(见图2Ⅱ),但是,降雨量与地表径流在降雨类型Ⅰ中的相关系数高于降雨类

表2 三种降雨类型下7口井浅层地下水位、降雨量、蒸发量、地表径流的相关系数

Table 2 Correlations between underground water tables of 7 wells, rainfall, evaporation, and overland flow under three rainfall types

类型	S1	S2	S3	S4	J1	J2	J3	降雨量	蒸发量	地表径流	RO	
Ⅰ	降雨量	-0.65**	-0.82**	-0.65**	-0.69**	-0.36	-0.37	-0.21	1.00	-0.28	0.90**	0.94**
	蒸发量	0.14	0.18	0.13	0.16	-0.05	-0.53*	-0.24	-0.28	1.00	-0.15	-0.34
	地表径流	-0.56*	-0.73**	-0.55*	-0.59**	-0.33	-0.41	-0.27	0.90**	-0.15	1.00	0.68**
	RO	-0.63**	-0.77**	-0.63**	-0.66**	-0.32	-0.27	-0.13	0.94**	-0.34	0.68**	1.00
Ⅱ	降雨量	-0.76**	-0.89**	-0.74**	-0.75**	-0.56*	-0.37	-0.30	1.00	-0.06	0.87**	0.99**
	蒸发量	0.15	0.08	0.29	0.31	0.62*	0.64*	0.63*	-0.06	1.00	-0.19	-0.03
	地表径流	-0.76**	-0.81**	-0.77**	-0.78**	-0.67**	-0.55*	-0.46	0.87**	-0.19	1.00	0.81**
	RO	-0.74**	-0.88**	-0.71**	-0.71**	-0.51	-0.31	-0.26	0.99**	-0.03	0.81**	1.00
Ⅲ	降雨量	-0.16	-0.03	-0.32	0.08	-0.25	-0.06	0.00	1.00	0.62*	0.00	1.00**
	蒸发量	-0.27	0.02	-0.49	-0.21	-0.24	-0.18	-0.06	0.62*	1.00	-0.05	0.63*
	地表径流	-0.14	-0.04	0.12	0.21	0.27	-0.13	-0.07	0.00	-0.05	1.00	-0.04
	RO	-0.15	-0.03	-0.32	0.07	-0.26	-0.05	0.00	1.00**	0.63*	-0.04	1.00
全部数据	降雨量	-0.52**	-0.61**	-0.51**	-0.54**	-0.41**	-0.26**	-0.30**	1.00	0.06	0.68**	0.94**
	蒸发量	0.13	0.05	-0.05	0.11	0.13	0.19*	0.13	0.06	1.00	0.09	0.03
	地表径流	-0.45**	-0.53**	-0.47**	-0.49**	-0.38**	-0.21*	-0.25**	0.68**	0.09	1.00	0.40**
	RO	-0.44**	-0.52**	-0.43**	-0.45**	-0.34**	-0.23**	-0.27**	0.94**	0.03	0.40**	1.00

样本数:n_{类型Ⅰ}=20,n_{类型Ⅱ}=14,n_{类型Ⅲ}=13,n_{全部}=144;
RO:降雨量减去地表径流量,即在降雨过程中,进入土壤中的雨水量。
*和**分别表示在<0.05和<0.01水平下的显著水平。

型Ⅱ。这说明在前期有连续降雨的情况下,一场大雨对地表径流产生相对较大的影响;前期降雨量少且雨强大(见图2Ⅱ)的过程,降雨量对井水位影响比较大(类型Ⅱ井水位与降雨量的相关系数的绝对值高于类型Ⅰ),同样对于进入土壤中的降水量(RO)影响也比较大。前期干旱无雨(少雨),突然一场降雨(见图2Ⅲ),地表径流量为非常少,雨水主要下渗到土壤中;尽管红壤有土层深厚、通透库容大、保水性差、贮水库容小等特点^[3],但是,此次降雨下渗部分雨水仅停留在红壤的土层中,还未到达7口井的浅层地下水位界面,没有对7口井的地下水位造成影响。

从2a观测数据统计(见表2)中可以看出,7口井的浅层地下水位与降雨量、地表径流和 RO 呈现极显著负相关,其相关系数在降雨类型Ⅱ和类型Ⅲ之间。这种极显著性负相关与数据的样本数有很大的关系,三种降雨类型分别有20、14、13个样本,全部数据有144个样本,从而使得2a的观察数据中相关系数呈现极显著相关。如J3号井的地下水位与降雨量的相关系数在降雨类型Ⅱ和全部数据中均是-0.30,在降雨类型Ⅱ(14个样品)中不呈现显著负相关,而在全部数据(144个样品)中呈现极显著负相关;从图1中可以明显看出J3号井与降雨量不出现显著负相关,即统计学意义上呈现极显著的相关性,而实际中不存在明显的线性相关。

3 结论

通过对孙家系列的4口井和嘉森系列的3口井进行2a(2004-03—2006-02)的观测,结果表明:

1. 影响浅层地下水位动态变化的因素除了与降雨量、蒸发量、地表径流、每次降雨进入土壤的雨量外,还与降雨历时、前期降雨量(土壤的湿度)等因素有关。

2. 根据7口井的浅层地下水位与降雨量、蒸发量等动态变化,找出三种降雨类型:Ⅰ降雨强度小、历时长,Ⅱ降雨强度大且历时短,Ⅲ干旱无雨时突然一场中雨。降雨类型Ⅰ中,一场中雨就可以使浅层地下水位产生剧烈变化,暴雨或大暴雨对地下水位影响与中雨相似,只是产生更多的地表径流;降雨类型Ⅱ中,一场大雨就可以导致浅层地下水位的明显抬升;偶尔一场大雨仅能湿润降雨类型Ⅲ的土壤,对浅层地下水位没有太多的影响。

3. 不同降雨类型下,7口井的浅层地下水位与降雨量、地表径流及 RO (降雨量减地表径流,即进入土壤中的雨水)表现出不同的相关性,相关系数的绝对值以类型Ⅱ的最大,且在2a的数据中均呈极显著负相关,降雨量与地表径流和 RO 呈极显著的正相关,与 RO 的相关系数为0.94。

4. 根据不同降雨类型对地下水的影响,建议每年在盈水期即连续降雨的时期内,对浅层地下水进行抽取、存储,以备在耗水期、作物需水量大时使用。

参考文献(References)

- [1] Pan Jiangjun, Zhang Taolin, Zhao Qiguo. Dynamics of soil erosion in Kingguo county, China, determined using remote sensing and GIS [J]. *Pedosphere*, 2005, 16(3): 356-362
- [2] Wang Mingzhu, Yao Xianliang, Zhang Jiabao, et al. A study of the causes and properties of the mid-summer and autumn drought and the combating drought system in the low-hill red soil region [J]. *Journal of Natural Resources*, 1997, 12(3): 250-256 [王明珠, 姚贤良, 张佳宝, 等. 低丘红壤区伏秋旱的成因、特征及抗旱体系的研究 [J]. *自然资源学报*, 1997, 12(3): 250-256]
- [3] Wang Mingzhu, Cheng Xunqiang, Zhang Bin, et al. Control and exploitation with the feature of agricultural water resources in red soil area of Jiangnan hills: A case study in Yujiang county of Jiangxi province [J]. *Ecology and Environment*, 2007, 16(2): 449-553 [王明珠, 程训强, 张斌, 等. 江南丘陵红壤区的农业水资源特征与调控利用——以江西省余江县为例 [J]. *生态环境*, 2007, 16(2): 549-553]
- [4] Zhao Mengqin, Sun Yonghe. Study on the underground water hydraulic flow and influential factors in Sangjiang Plain [J]. *Journal of Heilongjiang Hydraulic Engineering College*, 2004, 31(3): 7-9 [赵孟芹, 孙永贺. 三江平原地下水动态及影响因素分析 [J]. *黑龙江水专学报*, 2004, 31(3): 7-9]
- [5] Fei Yuhong, Zhang Zhaoji, Zhang Feng, et al. Factors affecting dynamic variation of groundwater level in North China Plain [J]. *Journal of Hohai University: Natural Sciences*, 2005, 33(5): 538-541 [费宇红, 张兆吉, 张凤娥, 等. 华北平原地下水位动态变化影响因素分析 [J]. *河海大学学报: 自然科学版*, 2005, 33(5): 538-541]
- [6] Cheng Xunqiang, Li Jiangtao, Zhang Bin, et al. Impact factors analysis of shallow groundwater in hill red soil area—a case study of Yujiang County, Jiangxi Province [J]. *Acta Agriculture Jiangxi*, 2007, 19(8): 80-82 [程训强, 李江涛, 张斌, 等. 低丘红壤区浅层地下水影响因子分析——以江西省余江县为例 [J]. *江西农业学报*, 2007, 19(8): 80-82]
- [7] Wang Mingzhu, Li Jiangtao, Wu Meichun, et al. Temporal and spatial change characteristics of underground water table in low hilly red soil area [J]. *Journal of Water Resources & Water Engineering*, 2009, 20(1): 1-4 [王明珠, 李江涛, 吴美春, 等. 低丘红壤区潜水位时空变化特征——以江西省余江县为试区 [J]. *水资源与水工程学报*, 2009, 20(1): 1-4]

Dynamic Changes of Underground Water Tables Affected by Different Rainfall Types in Low Hilly Red Soil Area

——A Case Study of Yujiang County, Jiangxi

CHENG Xunqiang^{1,2}, WANG Mingzhu², TANG Jialiang^{1,2}, ZHANG Bin^{2,3}

(1. Institute of Mountain Hazards and Environment, Chinese Academy of Sciences & Ministry of Water Conservancy, Chengdu 610041, China;

2. Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008, China;

3. Institute of Agricultural Resources and Regional Planning, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081, China)

Abstract: 7 wells whose underground water tables were affected by nature factors were monitored with an objective to find different impacts by different rainfall types in Yujiang Country, Jiangxi Province, China. Dynamic changes of underground water table were affected by rainfall duration and prophase humid degree of soil, also including rainfall, evaporation, surface flow and other water which leaked into soil profile in precipitation period. Three rainfall types were found out accounting to changes of underground water tables and rainfall during 2 monitored years. They were Type I (lasted long period with stretching rain), Type II (lasted short period with drencher) and Type III (no rainfall of prophase period then had moderate rain). The underground water tables were changed greatly by a middle rainfall in Type I, so did drencher in Type II. An occasional drencher or storm leaked into soil, couldn't arrive at underground water table, so it had a little bit effect of water table in Type III. The absolute values of correlation coefficient of Type II were highest among three types, significantly and negatively between underground water tables, rainfall, surface flow and leaked flow during rainfall. Rainfall was significantly and positively correlated with surface flow and leaked flow in Type II. Thus, underground water was collected for drought and plants required water phase at surplus water and continual rainfall period.

Key words: red soil; underground water depth; underground water table; rainfall types

2010 年版中国期刊引证报告(扩刊版)中《山地学报》各项指标

总被引 频次	影响 因子	即年 指标	他引 率	引用 刊数	学科影 响指标	学科扩 散指标	被引半 衰期	H 指数
1 495	1. 166	0. 073	0. 95	419	0. 59	14. 45	6. 48	9

数据来源:《2010 年版中国期刊引证报告(扩刊版)》(科学技术文献出版社,2010-09)

低丘红壤区不同降雨类型对浅层地下水位动态变化的影响 ——以江西省余江县为例

作者: [程训强](#), [王明珠](#), [唐家良](#), [张斌](#), [CHENG Xunqiang](#), [WANG Mingzhu](#), [TANG Jialiang](#), [ZHANG Bin](#)

作者单位: [程训强,唐家良,CHENG Xunqiang,TANG Jialiang\(中国科学院水利部成都山地灾害与环境研究所,四川成都610041;中国科学院南京土壤研究所,江苏南京210008\)](#), [王明珠,WANG Mingzhu\(中国科学院南京土壤研究所,江苏南京,210008\)](#), [张斌,ZHANG Bin\(中国科学院南京土壤研究所,江苏南京210008;中国农业科学院农业资源与农业区划研究所,北京100081\)](#)

刊名: [山地学报](#) **ISTIC** **PKU**

英文刊名: [JOURNAL OF MOUNTAIN SCIENCE](#)

年, 卷(期): 2011, 29(1)

参考文献(7条)

1. [Pan Jiangjun;Zhang Taolin;Zhao Qiguo](#) [Dynamics of soil erosion in Xingguo county,China,determined using remote sensing and GIS](#)[期刊论文]-[Pedosphere](#) 2005 (03)
2. [王明珠;姚贤良;张佳宝](#) [低丘红壤区伏秋旱的成因、特征及抗旱体系的研究](#)[期刊论文]-[自然资源学报](#) 1997 (03)
3. [王明珠;程训强;张斌](#) [江南丘陵红壤区的农业水资源特征与调控利用——以江西省余江县为例](#)[期刊论文]-[生态环境](#) 2007 (02)
4. [赵孟芹;孙永贺](#) [三江平原地下水动态及影响因素分析](#)[期刊论文]-[黑龙江水专学报](#) 2004 (03)
5. [费宇红;张兆吉;张凤娥](#) [华北平原地下水位动态变化影响因素分析](#)[期刊论文]-[河海大学学报 \(自然科学版\)](#) 2005 (05)
6. [程训强;李江涛;张斌](#) [低丘红壤区浅层地下水影响因子分析——以江西省余江县为例](#)[期刊论文]-[江西农业学报](#) 2007 (08)
7. [王明珠;李江涛;吴美春](#) [低丘红壤区潜水时空变化特征——以江西省余江县为试区](#)[期刊论文]-[水资源与水工程学报](#) 2009 (01)

本文读者也读过(6条)

1. [骆冠勇.曹洪.房营光.Luo Guan-yong.Cao Hong.Fang Ying-guang](#) [城区渗流场分析的奇异点子结构法](#)[期刊论文]-[华南理工大学学报 \(自然科学版\)](#) 2007, 35(3)
2. [林继生.Lin Jisheng](#) [利用专家评估法作未来10年\(2000~2010年\)广州市气象灾害影响趋势展望](#)[期刊论文]-[广东气象](#)2001(2)
3. [郑子成.吴发启.何淑勤.ZHENG Zi-cheng.WU Fa-qi.HE Shu-qin](#) [降雨条件下土壤物理性质对地表糙度变化的影响](#)[期刊论文]-[西北农林科技大学学报 \(自然科学版\)](#) 2006, 34(11)
4. [王春.汤国安.张婷.李占斌.肖学年.吴良超.WANG Chun.TANG Guo-An.ZHANG Ting.LI Zhan-Bin.XIAO Xue-Nian.WU Liang-Chao](#) [黄土模拟小流域降雨侵蚀中地面坡度的空间变异](#)[期刊论文]-[地理科学](#)2005, 25(6)
5. [张亚丽.张兴昌.邵明安.李世清](#) [降雨强度对黄土坡面矿质氮素流失的影响](#)[期刊论文]-[农业工程学报](#)2004, 20(3)
6. [张和喜.袁友波.舒贤坤.方小宇.房军.ZHANG He-xi.YUAN You-bo.SHU Xian-kun.FANG Xiao-yu.FANG Jun](#) [降雨对烟地地表径流和土壤渗透性能的影响](#)[期刊论文]-[广东农业科学](#)2008(2)

引证文献(1条)

1. [谢潇.朱文渤.郭海强.赵斌](#) [潮汐与降雨对滨海湿地地下水位的影响](#)[期刊论文]-[复旦学报 \(自然科学版\)](#) 2013(6)

本文链接: http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_sdx201101009.aspx