

宁南半干旱黄土丘陵区土壤水分的演变特征

王月玲¹, 王思成², 蔡进军¹, 许浩¹, 董立国¹, 潘占兵¹, 马璠¹, 李生宝¹

(1. 宁夏农林科学院 荒漠化治理研究所, 银川 750002; 2. 宁夏农垦局 农业综合开发办公室 银川 750011)

摘 要:宁南半干旱黄土丘陵区干旱少雨、水土流失严重。为充分利用宝贵的天然降水,提高雨水资源的利用效率,针对项目示范区的几种坡地雨水就地拦蓄工程技术,主要从坡地雨水资源化工程对土壤水分的影响(土壤水分年际变化、土壤水分的季节性动态)方面,对坡地雨水资源化工程技术所产生的效应进行了综合评价。结果表明:宁南半干旱黄土丘陵区坡地在经过雨水资源化工程技术措施治理后,水分有了明显的提高。这些集雨整地技术,在促进林地农业土壤水分的快速恢复上效果极为显著,且对促进流域内的植被恢复、防止水土流失、改变山区生态环境、提高土地生产力有着重要的意义。

关键词:宁夏; 半干旱黄土丘陵区; 土壤水分; 演变

中图分类号: S152.7

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2015)03-0040-04

Evolution Characteristics of the Soil Moisture in Semi-Arid Loess Hilly Region of South Ningxia

WANG Yueling¹, WANG Sicheng², CAI Jinjun¹, XU Hao¹,

DONG Liguang¹, PAN Zhanbing¹, MA Pan¹, LI Shengbao¹

(1. Institute of Desert Administration, Ningxia Academy of Agricultural and Forestry Sciences, Yinchuan 750002, China;

2. Agricultural Comprehensive Development office, Ningxia State Farms Bureau, Yinchuan 750011, China)

Abstract: The climate of arid and semiarid loess hilly region of southern Ningxia is dry, and soil erosion is the severe environmental problem. In order to make full use of the valuable natural precipitation, improve the efficiency of utilization of rainwater, the effects of several slope rainwater storing technologies were comprehensively evaluated via the impacts of these technologies on soil moisture (including the interannual variability, seasonal dynamics of soil moisture). The results indicated that the Slope Rainwater Resourcing Engineering could obviously improve the soil water content, and the technique of rainwater harvesting land preparation could improve soil water of the cropland and forestland. All these measures are important for vegetation restoration, soil erosion prevention, ecological environment improvement and productivity enhancement.

Keywords: Ningxia; semi-arid loess hilly region; soil moisture; evolution

水分是黄土高原地区生态系统中最活跃的因素,与各种生态系统的形成与演变有着密切的联系,在侵蚀生态与环境的形成、发展与逆转过程中起着决定作用。农业生态系统水分循环与水分运行在国际重大研究计划中受到了极大关注。黄土高原地区生态与环境建设离不开相适应的水分资源环境,良好的水分环境是生态建设的前提和基础^[1]。

土壤干化导致土壤退化、植被生长衰退,严重的人工植被开始大面积死亡^[2]。进入 20 世纪 90 年代,人们开始探讨土壤干化的原因和防止对策。1996

年,杨维西等^[3]研究了我国北方地区人工植被土壤干化问题,认为树种选择不当、群落生产力过高、密度过大是导致土壤干化的主要原因,并认为在干旱少雨的山西北部,大面积栽植喜水湿的杨树,在民勤营造大面积人工乔木林和耗水性极强的灌木林,都是明显的植被选择不当的案例。王力等^[4]研究了黄土高原的土壤干层,认为除了以上原因外,气候干旱、降水减少、土壤水分物理性能降低、水土流失严重也是导致土壤干化的原因。但水分环境负荷量、特定条件下的树种结构和密度设计仍未得到有效解决。

收稿日期: 2014-08-13

修回日期: 2014-09-02

资助项目: 宁夏区自然科学基金项目(NZ14194); 宁夏科技支撑项目(2012ZZS50); 宁夏农科院科技创新先导资金项目(NKYJ-14-23); 宁夏区农业综合开发科技推广项目[NTKJ-2013-03(2)]

第一作者: 王月玲(1980—), 女, 宁夏固原人, 硕士, 助理研究员, 主要从事黄土高原水土保持与生态环境建设研究。E-mail: wylxnxky@163.com

通信作者: 李生宝(1958—), 男, 宁夏石嘴山人, 学士, 研究员, 主要从事水土保持与荒漠化防治研究。E-mail: nxnlxkylishb.hi@163.com

宁夏南部半干旱黄土丘陵区位于我国黄土高原东北部,境内年降水量 350~500 mm,其中 60%~70%的降雨量集中在 7—9 月,干旱年份发生频率为 65%,即平均三年两遇,是典型的半干旱旱作农业区。该区域水源奇缺,在“三盆水”中,地表水和地下水潜力有限,而且地下水埋藏很深,仅靠开发地表水和地下水资源解决干旱问题,不仅在技术上难以实现,经济上也难以承受。因此,雨水资源的利用是解决或缓解干旱状况的最重要途径。充分利用宝贵的天然降水,提高水利化程度和抗灾能力,是宁夏南部半干旱黄土丘陵区脆弱的生态环境及农业得以维持和发展的必要条件^[5]。项目示范区针对该地区降水时空分布不均、季节波动性大、雨水资源收集量有限、利用效率低等特点,以水土资源的保育和高效利用为指导,有针对性地提出几种坡地雨水就地拦蓄的工程技术。通过修筑水平梯田、“88542”、水平沟、鱼鳞坑等,对地面进行较大的工程处理,以改变原有的地形特征,使降雨就地集中拦蓄入渗,提高水分利用效率。

1 研究区概况

示范区位于彭阳县东北 13 km 处的白阳镇中庄村,地貌类型属于黄土高原腹部梁峁丘陵地,地形破碎,地面倾斜度大,平均海拔 1 600~1 700 m。该村年平均气温 7.6℃,≥10℃的积温为 2 200~2 750℃,境内年蒸发量较大,干燥度(≥0℃的蒸发量)为 1.21~1.99,无霜期 140~160 d。降雨是雨水资源量的决定因素,项目区多年平均年降水量 420~500 mm,降水量集中且年内分配不均,主要集中在 7—9 月,而且降水的年际变差系数较大,雨量集中月份常以暴雨形式出现,易发局地暴雨洪水。土壤以普通黑垆土为典型土壤,土层深厚,土质疏松。植被类型以草原植被为基础,长有长芒草、角蒿、铁杆蒿、星毛委陵菜等;其次还有中生和旱中生的落叶阔叶灌丛、落叶阔叶林、草甸。人工植被以山桃、沙棘、山杏、山杨等为主,林草覆盖率在 50%以上。

2 研究内容与方法

在项目示范区彭阳中庄小流域选择具有典型代表性的样地,采用野外调查采样与室内分析相结合法,研究示范区 2002—2009 年来采用的几种坡地雨水就地拦蓄工程技术的土壤水分趋势变化特征。土壤水分调查采用德国产 TDR 时域反射仪(Time Domain Reflectometry)法,从 2002—2009 年,每月上、中、下旬各观测一次,每 20 cm 为一层,测定深度 0—100 cm。

3 结果与分析

3.1 降雨及其时空分布

降水作为半干旱黄土丘陵区土壤水分的唯一来源,是土壤水分变化的决定性因素^[6]。降水资源的利用是半干旱黄土丘陵区解决或缓解干旱状况的最重要途径^[7]。通过全面搜集、整理研究区彭阳中庄示范区 9 a 内的所有降雨资料,分析项目区年降水的时空分布,得出如下结果:

2001—2009 年,只有 2002 年(474.2 mm)、2003 年(544.8 mm)、2005 年(476.9 mm)降雨量高于多年平均降雨量(442.7 mm),其他各年都低于多年平均值,分别为 2001 年(420.5 mm)、2004 年(337.6 mm)、2006 年(342.4 mm)、2007 年(314.5 mm)、2008 年(390.5 mm)、2009 年(304.1 mm),9 a 的年降雨量变异系数 CV 为 0.19(图 1)。降水时空分布极为不均、季节波动性大,降雨主要集中在 6—9 月,但 6 月降雨只有 2002 年(151.2 mm)、2005 年(94.2 mm)高于多年平均值(61.8 mm),7 月只有 2005 年(119.7 mm)高于多年平均值(96.2 mm),8 月只有 2003 年(155.0 mm)高于多年平均值(101.1 mm),仅 9 月均高于多年平均值(44.1 mm)(图 2)。由此可以看出,9 a 来降水的时空变化极为不均,并且降雨量有减小的趋势,这可能是导致半干旱黄土丘陵区土壤水分退化的一个重要原因。

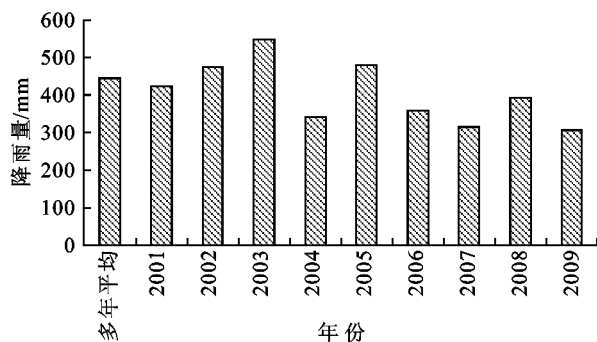


图 1 2001—2009 年示范区降雨量的年际变化

3.2 土壤水分年际变化

通过对项目研究区 2003—2008 年其中 5 a 的不同雨水资源化工程技术下土壤水分的年际变化观测结果进行对比研究可知(图 3),在 0—100 cm 土层内,不同雨水资源化工程各层土壤体积含水量 2003 年整体最高,2007 年最低,2004 年、2005 年、2008 年、2009 年居于这两年之间,而且通过前面的降雨分析,在这 5 a 间,将观测年降水量按多年平均降水量上下各 50 mm 划分,2003 年降雨量最高达到 544.8 mm,属于丰水年,2007 年降雨量最低为 314.5 mm,属于欠水年,2003 年比 2007 年降雨量高 230.3 mm,其他

各年份降雨量处于 2003 年、2007 年之间,其中 2002 年、2005 年降雨量分别达到 474.2、476.9 mm,属于平水年,2004 年、2008 年、2009 年降雨量分别为 341.4、390.5、353.5 mm,均属于欠水年,可以认为这

是造成土壤含水量年际差异的主要原因。也就是说,在半干旱黄土丘陵区土壤水分年际差异受降水量年季差异的影响较大,但不同工程整地技术措施对具体土地利用类型土壤水分的差异也有显著影响。

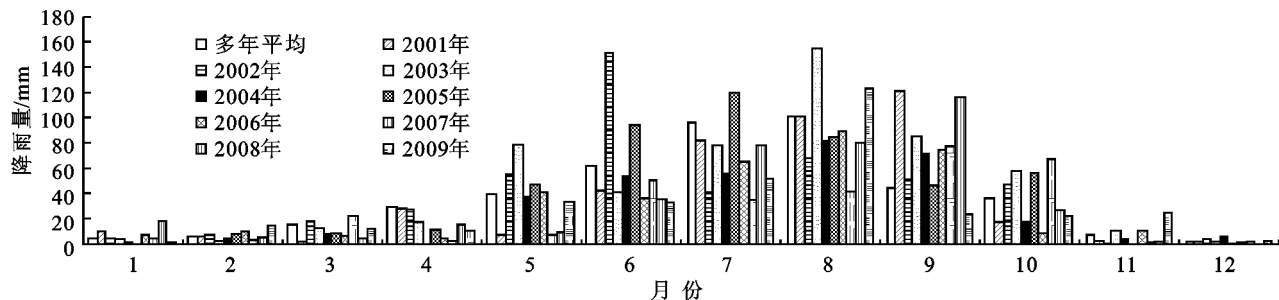


图 2 2001—2009 年示范区降雨量季节变化

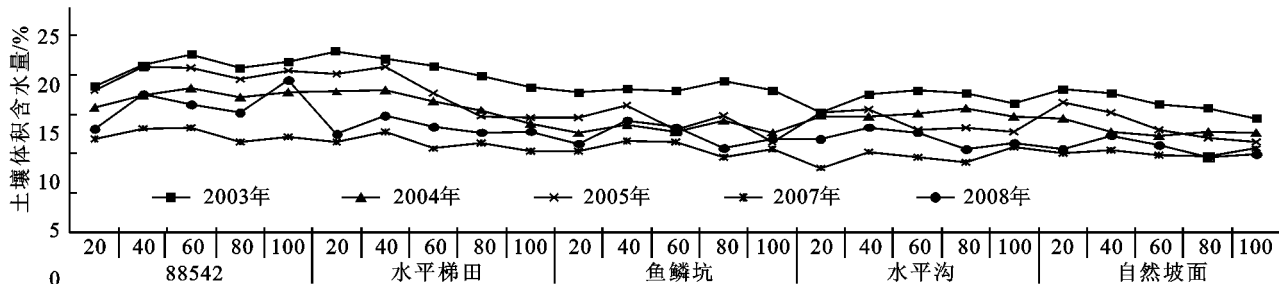


图 3 不同雨水资源化工程技术土壤水分的年际变化

3.3 土壤水分季节性变化

根据 2003—2009 年其中 6 a 的观测数据,对其

0—100 cm 土层深度含水量进行平均,得到不同工程技术整地下土壤水分季节变化曲线和气象变化曲线(图 4、5)。

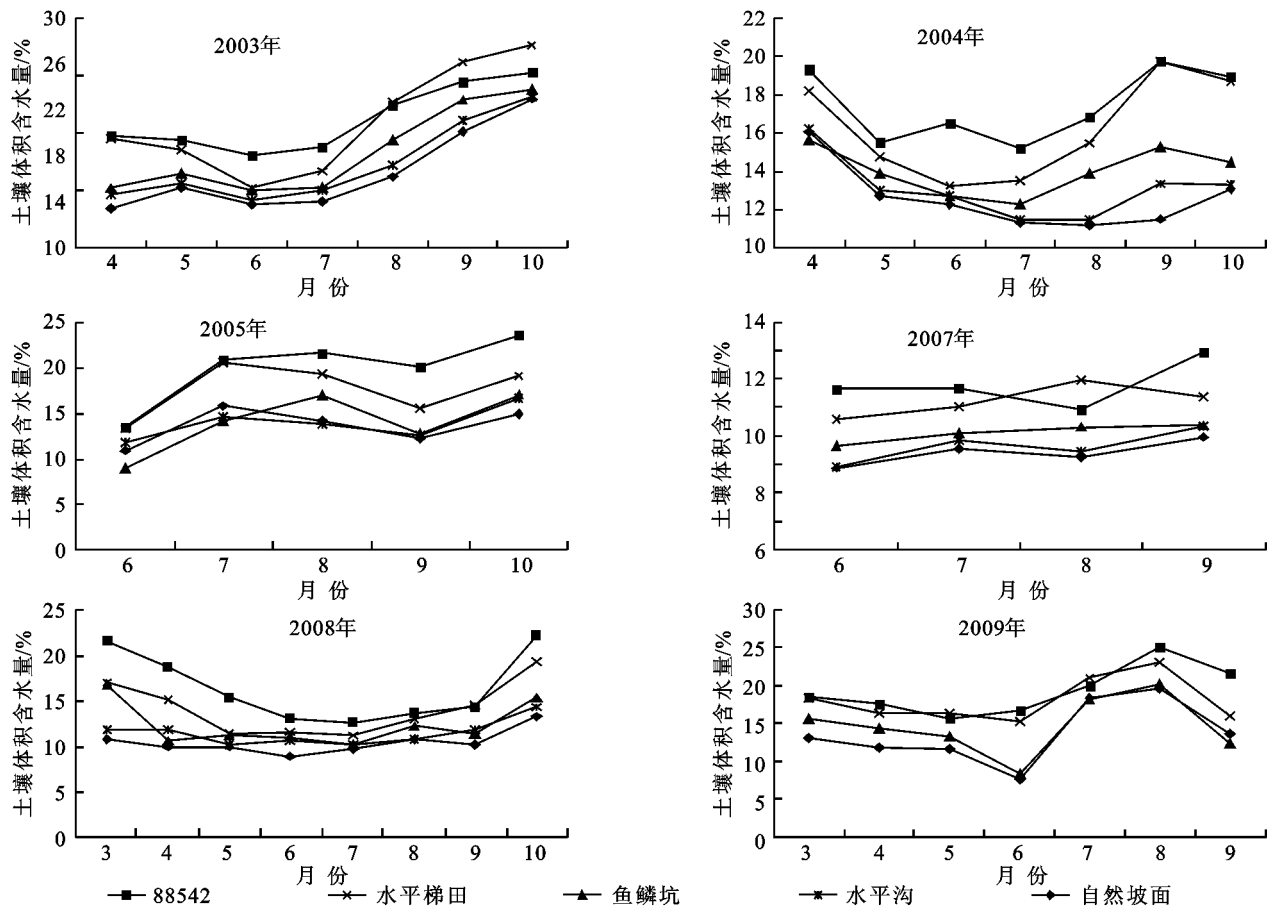


图 4 不同年限土壤水分季节变化

不同工程技术整地与无工程整地间土壤水分存在显著差异,各工程整地技术间差异因外在因素,如立地类型、地形、地貌、土壤、植被等影响,有的显著,有的不显著。从坡面工程治理成效来看,在这4种雨水资源化工程技术中,土壤含水量均值都是“88542”>水平梯田>鱼鳞坑>水平沟>自然坡面;

“88542”水平沟在调控水分、集雨蓄水方面具有潜在的优势,对保持土壤含水量有较大的改善效果。而且通过比较6a的均值也可以得出,丰水年土壤水分明显高于欠水年,所以土壤水分含量的变化与年内的降水息息相关,变化幅度受不同工程整地技术和降水的双重影响。

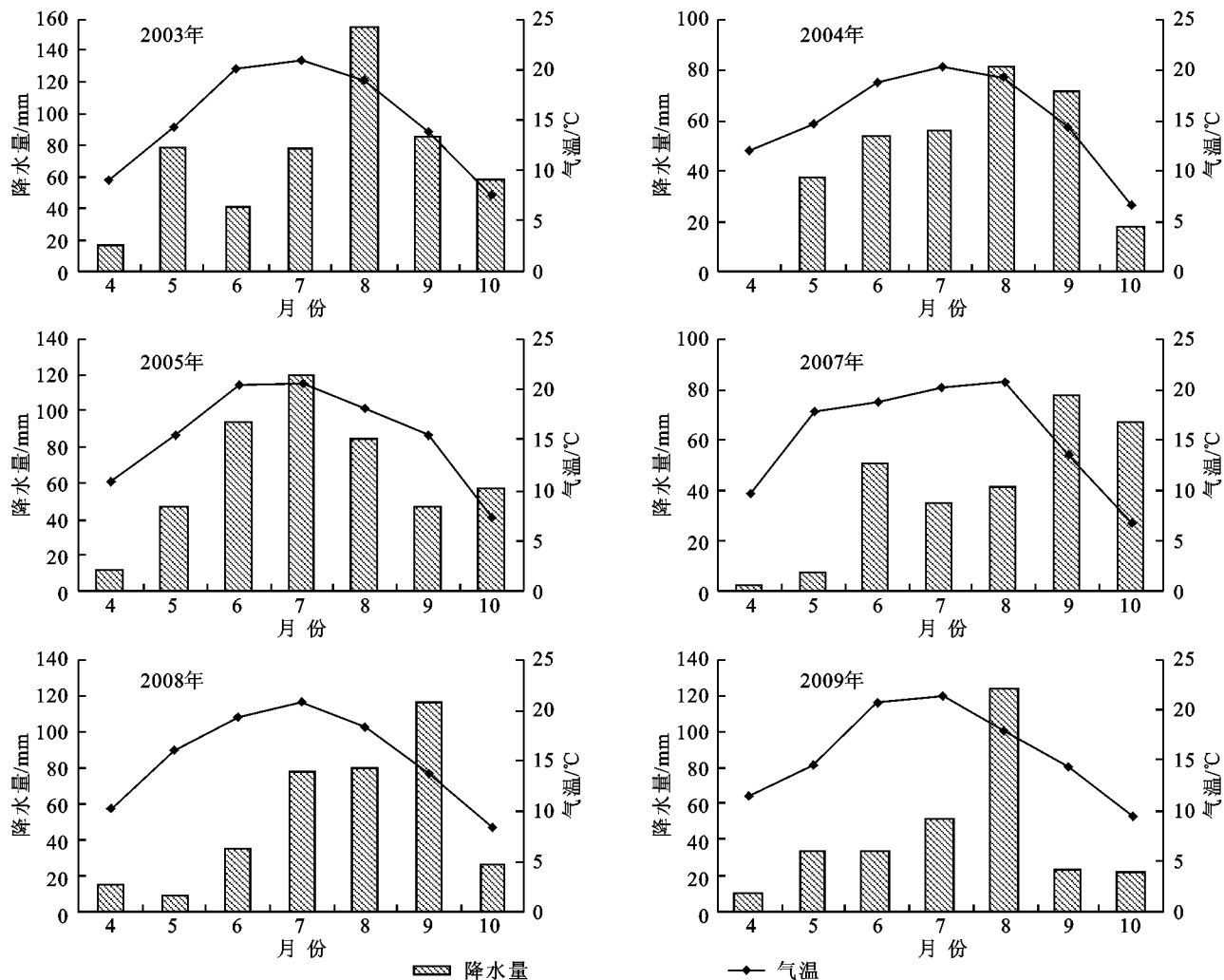


图5 不同年限降水量与气温的季节变化

总之,不同季节土壤水分变化主要受降水的影响,但不同工程技术整地对土壤水分变化幅度也有明显的影响,即黄土高原半干旱黄土丘陵区的土壤水分含量季节动态特征主要决定于年内降水的季节性变化,变化幅度则受不同工程整地技术和降水的双重影响。

4 结论

通过调查、整理项目研究区2002—2009年所有的试验资料,综合分析了坡地雨水资源化工程技术对土壤水分的影响,包括土壤水分年际变化、土壤水分的季节性动态等。

(1) 从2002—2009年的降雨资料分析表明:该区域降水时空分布极为不均,季节波动性大,降雨主

要集中在6—9月,近年来降雨量有减少的趋势,气候趋向于干旱,土壤水分趋向于干燥化,这是半干旱黄土丘陵区土壤退化的一种重要形式。

(2) 通过对项目研究区2003—2008年其中5a不同雨水资源化工程技术下土壤水分的年际变化观测结果进行对比研究,结果表明在半干旱黄土丘陵区土壤水分年际差异受降水量年际差异的影响较大,但不同工程整地技术措施对具体土地利用类型土壤水分的差异也有显著影响。

(3) 通过对项目研究区2003—2009年其中6a不同雨水资源化工程技术下土壤水分的季节变化观测结果进行对比研究,得出不同工程技术整地与无工

(下转第49页)

和草地的占用或破坏,另一方面还会间接引起土地退化、盐渍化、荒漠化等。因此,尽量保持垦区林地面积的动态稳定,控制居民点用地面积和耕地面积的持续增加,做到合理利用、开发垦区的土地资源,是当地政府在近些年需要出台的调控政策。

参考文献:

- [1] 白泽龙,包安明,赵金,等.艾比湖流域近40 a来土地利用与覆被动态变化研究[J].水土保持通报,2012,32(2):172-177.
- [2] 蒙古军,李正国.河西走廊张掖绿洲LUCC的驱动力分析[J].地理科学,2003,23(4):464-469.
- [3] 李名勇,晏路明,王丽丽,等.基于高程约束的区域LUCC及生态效应研究:以福州市为例[J].地理科学,2013,33(1):75-82.
- [4] 周德成,赵淑清,朱超.退耕还林还草工程对中国北方农牧交错区土地利用/覆被变化的影响:以科尔沁左翼后旗为例[J].地理科学,2012,32(4):442-449.
- [5] 裴欢,覃志豪.干旱区绿洲荒漠化演变趋势及成因分析:以吐鲁番绿洲为例[J].地理科学,2012,32(4):506-510.
- [6] 宫兆宁,张翼然,宫辉力,等.北京湿地景观格局演变特征与驱动机制分析[J].地理学报,2011,66(1):77-88.
- [7] Aaviksoo K. Simulating vegetation dynamics and land use in mire landscape using a Markov mode[J]. Landscape and Urban Planning,1995,31(1):129-142.
- [8] Cabral P. Markov processes in modeling land use and land coverchanges in Sintra-Cascais, Portugal[J]. Dyna-
- colombia, 2009,76(158):191-198.
- [9] 乔伟峰,盛业华,方斌,等.基于转移矩阵的高度城市化区域土地利用演变信息挖掘:以江苏省苏州市为例[J].地理研究,2013,32(8):1497-1507.
- [10] 刘瑞,朱道林.基于转移矩阵的土地利用变化信息挖掘方法探讨[J].资源科学,2010,32(8):1544-1550.
- [11] 朱会义,李秀彬,何书金,等.环渤海地区土地利用的时空变化分析[J].地理学报,2001,56(3):253-260.
- [12] 朱邦耀,卞维珍,李秀霞.基于GIS的经济欠发达地区土地利用动态变化分析及预测:以保亭黎族苗族自治县为例[J].水土保持研究,2010,17(3):273-276.
- [13] 程磊,徐宗学,罗睿,等.渭河流域1980—2000年LUCC时空变化特征及其驱动力分析[J].水土保持研究,2009,16(5):1-7.
- [14] 李素英,李晓兵,王丹丹.基于马尔柯夫模型的内蒙古锡林浩特典型草原退化格局预测[J].生态学杂志,2007,26(1):78-82.
- [15] 刘春雨,赵军,刘英英,等.25 a来额济纳天然绿洲LUCC及景观格局时空变化[J].干旱区资源与环境,2011,25(9):32-38.
- [16] 王范霞,毋兆鹏.近40年来精河流域绿洲土地利用/覆被时空动态演变[J].干旱区资源与环境,2013,27(2):150-155.
- [17] 张钰,刘桂民,马海燕,等.黑河流域土地利用与覆被变化特征[J].冰川冻土,2004,26(6):740-746.
- [18] 马晓玲,高敏华,马晓丽,等.新疆生产建设兵团土地利用规划及效益分析[J].新疆农业科学,2008,45(5):909-915.

(上接第43页)

程整地间土壤水分存在显著差异,在这4种雨水资源化工程技术中,土壤含水量均值都是“88542”>水平梯田>鱼鳞坑>水平沟>自然坡面;“88542”水平沟在调控水分、集雨蓄水方面具有潜在的优势,对保持土壤含水量有较大的改善效果。由此可见,宁南半干旱黄土丘陵区荒山坡地在经过雨水资源化工程技术措施治理后,水分有了明显的提高,这些集雨整地技术,在促进林地农业土壤水分的快速恢复上效果极为显著,且对促进流域内的植被恢复、防止水土流失、改变山区生态环境、提高土地生产力有着重要的意义。

参考文献:

- [1] 上官周平.黄土区水分环境演变与退化生态系统恢复[J].水土保持研究,2005,12(5):92-94.
- [2] 侯庆春,韩蕊莲.黄土高原人工林草地“土壤干化”问题初探[J].中国水土保持,1999(5):11-14.
- [3] 杨维西.试论我国北方地区人工植被的土壤干化问题[J].林业科学,1996,32(1):78-85.
- [4] 王力,邵明安,侯庆春.黄土高原土壤干层初步研究[J].西北农林科技大学学报:自然科学版,2001,29(4):34-38.
- [5] 王月玲,蔡进军,张源润,等.宁南黄土丘陵干旱区小流域雨水资源潜力研究[J].干旱区资源与环境,2007,21(3):44-49.
- [6] 王俊,刘文兆,胡梦瑶,等.黄土丘陵区小流域土壤水分时空变异[J].应用生态学报,2008,19(6):1241-1247.
- [7] 李生宝,蒋齐,赵世伟,等.半干旱黄土丘陵区退化生态系统恢复技术与模式[M].北京:科学出版社,2011.