典型黑土区水土保持生态抗旱技术措施体系的构建
——以黑龙江省拜泉县为例

陈 棣, 景国臣, 李英杰
(黑龙江省水土保持科学研究院, 黑龙江 哈尔滨 150070)

摘 要: [目的] 对典型黑土区水土保持生态抗旱技术措施体系的构建进行探讨,以期为该区生态农业可持续发展提供理论支持。[方法] 以半干旱半湿润、水土流失严重的拜泉县为研究区,运用生态学原理,采取水量平衡分析的方法,对该区生态抗旱措施体系进行构建和效果评估。[结果] (1) 确定了区域内各项水土保持生态抗旱措施的优化配置比例。(2) 生态抗旱技术措施体系缓解了旱情的发生,2005—2009 年区域内基本无春旱发生;与相邻县份相比,10 a 间旱灾发生频率减少了 28.5%。(3) 水量平衡分析表明,区域水资源利用率提高了 13.6%。[结论] 水土保持生态抗旱是半干旱半湿润水土流失区生态建设的一种有效途径,拜泉县生态抗旱技术措施体系的构建取得了显著的生态、经济和社会效益。不同地区应根据自然条件和环境特点构建适合本区域的生态抗旱技术措施体系。

关键词: 水土保持; 生态抗旱; 技术体系; 水量平衡; 农田生态系统; 拜泉县
文献标识码: B **文章编号**: 1000-288X(2016)06-0195-05 **中图分类号**: S157.2, S423

文献参数: 陈棣, 景国臣, 李英杰. 典型黑土区水土保持生态抗旱技术措施体系的构建[J]. 水土保持通报,2016,36(6):195-199. DOI:10.13961/j.cnki.stbctb.2016.06.033

Systematic Configuration of Ecological Measures of Soil and Water Conservation for Drought Resistance in Typical Black Soil Region
—A Case Study of Baiquan County, Heilongjiang Province

CHEN Di, JING Guochen, LI Yingjie
(*Soil and Water Conservation Research Institute of Heilongjiang Province, Harbin, Heilongjiang* 150070, *China*)

Abstract: [Objective] The configuration of ecological systematic measures of soil and water conservation for drought resistance in typical black soil region was discussed to provide theoretical support for the sustainable development of ecological agriculture in the region. [Methods] Under the principle of ecology, and method of water balance analysis was adopted, the drought relief system constructed by ecological measures of Baiquan County was built and evaluated. The county lied in an transition from semi-arid area to sub-humid area, where soil was seriously eroded. [Results] (1) The proportion of ecological drought relief measures that focus on soil and water conservation in the region was optimized. (2) Ecological measures for drought relief system eased off drought disaster. E.g., spring drought almost never happened from 2005 to 2009 in the region. In average, drought frequency decreased by 28.5% in comparison with that of adjacent counties in 10 years. (3) Water balance analysis showed that the regional water utilization ratio increased by 13.6%. [Conclusion] Ecological drought relief measures for soil and water conservation is an effective way of ecological construction for semi-arid sub-humid and soil loss region. It had obtained significant ecological, economic and social benefits in the case of systematic configuration of ecological measures for drought resistant in Baiquan county. The drought resistant measures should be configured according to local natural conditions and environmental characteristics.

收稿日期:2016-03-06 **修回日期**:2016-05-04
资助项目:黑龙江省科技攻关项目"黑龙江省生态抗旱技术措施体系构建的研究"(GB04B702)
第一作者:陈棣(1963—),男(汉族),黑龙江省五常市人,教授级高级工程师,主要从事土壤侵蚀与荒漠化防治方面的研究。E-mail:chend_1226@163.com。
通讯作者:景国臣(1964—),男(汉族),黑龙江省望奎县人,教授级高级工程师,主要从事土壤侵蚀与荒漠化防治方面的研究。E-mail:jgc031@163.com。

Keywords: soil and water conservation; ecological drought resistance; technological system; water balance; farmland ecosystem; Baiquan County

干旱缺水是全球6大生态危机之一,中国是受干旱危害严重的国家,随着经济社会的发展,干旱缺水造成的灾害越来越重,损失越来越大。就农业来说,20世纪90年代,中国农作物因干旱年均受灾面积、损失粮食及其占粮食产量的比例已由50年代的1.20×10^7 hm^2,4.35×10^6 t和2.5%分别上升到2.70×10^7 hm^2,2.45×10^7 t和4.7%。据世界银行分析,20世纪90年代,中国每年因干旱造成的直接经济损失以及由于干旱缺水导致生态环境恶化造成的损失超过500亿元。黑龙江省水资源匮乏,干旱发生比较频繁。据资料显示,在19世纪大约每4 a发生1次干旱;20世纪90年代前平均每3 a发生1次干旱,干旱主要发生在齐齐哈尔、大庆、绥化、哈尔滨等市的中西部和黑河市的南部等27个县市,但90年代以后,旱情已发展到佳木斯、牡丹江、鸡西、双鸭山、鹤岗、七台河等东部城市[1]。另据资料统计,黑龙江省1958—1992年干旱面积平均每年只有1.19×10^6 hm^2,其中成灾面积4.80×10^5 hm^2,占40%;1993—2002年干旱面积平均每年达到2.74×10^6 hm^2,其中成灾面积在1.26×10^6 hm^2,占46%[2]。同时干旱已逐步由春旱扩展到夏旱及秋旱。本研究目的就是改变传统的抗旱模式,通过采取工程、植物、农技等一系列措施的合理配置,实现可持续的、预防为主、防抗结合的抗旱之路,即生态抗旱。即,(1)发展生态农业建设,提高水资源的利用率,这对该区域农业可持续发展具有十分重要的作用。(2)为实现黑龙江省"千亿斤粮食产能工程"提供保障[3]。(3)对农村产业结构调整,科学利用水土资源,增强农业自身能力,提高产能具有现实意义。

1 研究区概况

选择黑龙江省拜泉县作为研究区的主要原因主要包括:(1)拜泉县地处典型黑土区核心区域,是黑龙江省主要粮食生产区[4]。(2)拜泉县是黑龙江省水土流失治理重点县份之一,根据1986年遥感普查和该县复查,该县水土流失面积3 505.52 km^2,占幅员面积的97.44%[5]。(3)拜泉县属半干旱半湿润气候区,是黑龙江省主要旱作农业区,素有"十年九春旱"之称[6],旱灾发生频率较高,危害大,具有典型黑土区代表性。

拜泉县位于黑龙江省中西部,地理坐标为125°30′—126°31′ E,47°20′—47°55′ N,总面积3 597.01 km^2。该县地貌分为丘陵状台地、波状起伏台地、缓坡倾斜平坦台地和漫滩地4种类型。气候属中温带大陆性气候,全县年均气温1.2 ℃;年均降水量490 mm,5—9月降水量435 mm,占全年的87.7%。年均径流深46 mm,年平均蒸发量1 132.6 mm,年均风速3.1 m/s,最大风速22 m/s。据第2次土壤普查,土壤类型分为黑土、黑钙土、草甸土、沼泽土、盐土5个土类。黑土是主要耕作土壤。植被类型主要有丘陵植被、草原化草甸植被、草甸植被和沼泽化植被4种。根据1986年遥感普查和该县复查,该县水土流失面积中,轻度侵蚀832.58 km^2,占流失面积的23.75%;中度侵蚀2 257.44 km^2,占流失面积的64.40%;强度侵蚀415.50 km^2,占流失面积的11.85%。年均土壤侵蚀模数2 594 t/km^2。

2 研究方法与数据分析

2.1 理论依据

生态抗旱技术措施体系是应用生态学原理,采取水保、植物、耕作等技术措施,改变生态环境系统中诸因子时空状态,实现生态抗旱措施体系的保水、蓄水、调水和节水4大功能[7-8],进而达到系统内水分平衡,提高系统抗御各种灾害能力,以创造适合生物体生长发育最佳时空环境,达到可持续增加生物产量的目的,使改变了的生物系统与环境系统有机结合形成生态抗旱体系。

2.2 研究方法

2.2.1 生态抗旱措施体系构建 生态抗旱就是通过各种技术措施促进生态环境中水分得失(+,-)的平衡。也就是说通过"保、蓄、调、节水"技术措施,减少蒸散,减少径流,使天然降水与耗水保持相对平衡。在一定的时空内,水分的运动保持着质量守恒,或输入的水量和输出的水量之间的差额等于系统内蓄水的变化量。在闭合流域或集水区内,一般把大气降水视为生态系统的水分输入量,把蒸发或蒸腾及各种径流作为水分的输出量。此时,不同植被类型水量平衡方程[9]为:

$$P = E + \Delta W + R \tag{1}$$

式中:P——大气降水量(mm);E——蒸发散量(mm);R——径流量(mm);ΔW——土壤贮水量变化(mm)。

农田蒸散的估算采用Penman公式[10]计算:

$$E = \alpha \frac{\Delta R + \gamma E_a}{\Delta + \gamma} \tag{2}$$

式中:E——蒸散量(mm/d);E_a——空气干燥力(大气蒸发量,mm/d);α——系数;γ——干湿表常数(66.2 Pa/℃);Δ——饱合水汽压曲线斜率〔mm/℃,从$\Delta(T)$表中查算〕;R——表面净辐射量(mm/d),$R = R_0(1-A) - R_i$;R_0——天空总辐射

(mm/d);A ——反射率;R_i ——地面有效长波辐射(mm/d)。

2.2.2　*生态抗旱效果评价*　研究区历史旱情变化分析采用德国瓦尔特旱情分析图解法,相邻县份旱情分析采用同期对比法。生态抗旱措施体系生态效益采取典型小流域实地观测法。其中气象指标采用 PC-3 便携式自动气象站观测。农田土壤容重、孔隙度和田间最大持水量采用环刀法测定。土壤稳渗系数采用双环法测定。土壤有机质含量采取稀释热法测定。地表径流量采用标准小区测定。区域水量平衡分析利用水量平衡方程式对不同植被类型进行加权统计分析。

2.3　数据分析

2.3.1　*数据来源*　不同时期拜泉县土地利用结构数据来源于拜泉县土地局。气象因子数据来源于拜泉县气象站。历年旱涝灾害数据来源于拜泉县、克山县民政局。各项水土保持措施的保水、蓄水、调水、地表径流数据来源于拜泉县 1990—1992 年水保观测网点和黑龙江省水土保持科学研究所试验观测结果。抗旱节水资料来源于拜泉县 2010 年小型农田水利重点县实施方案。数据分析采用 Excel 和 SPSS 15.0 软件进行统计分析。

2.3.2　*生态抗旱技术措施体系指标的确定*　在生态抗旱措施体系中,能否实现防旱、抗旱,主要取决于保水、蓄水、调水、节水 4 大功能是否发挥作用,而功能的实现,主要靠技术措施建立及完善过程来实现。这其中有个措施建设量变到质变的过程。当各项技术措施达到最佳状态时,则体系中抗旱性能为最理想状态。因此,确定各项措施指标极为重要。

根据拜泉县水保观测网点和黑龙江省水土保持科学研究所在克拜地区试验观测,将径流量、田间最大持水量、灌溉用水量等测定结果增减量转换计算为气象雨量值,得出生态抗旱各项技术措施指标(表 1)。

表 1　生态抗旱技术措施定额指标　　mm

功能类别	保水功能	蓄水功能	调水功能	节水功能
梯 田	35.0～42.5	0.3～0.4	—	—
地埂植物带	25.0～30.0	0.2～0.3	—	—
改 垄	22.5～25.0	0.1～0.2	—	—
水保林	33.5～37.5	0.2～0.4	—	—
封禁治理	27.5～32.0	—	—	—
水 库	—	19.8～23.4	—	—
塘 坝	—	19.8～23.4	—	—
中耕深松	—	—	2.0～2.5	—
耙茬深松	—	—	1.7～2.1	—
喷 灌	—	—	—	6.6～7.3
微 灌	—	—	—	7.8～8.3

3　结果与分析

3.1　生态抗旱技术措施比例的确定

根据水量平衡原理和作物生育需水要求,以农田生态系统水分输入与输出相平衡和最大田间持水量为目标值,采用水量平衡方程对区域内生态抗旱措施体系进行水量平衡分析,得出拜泉县各项各项生态抗旱措施的配置数量和占比,计算结果详见表 2。

水量平衡方程为:$P = E + \Delta W + R$

表 2　拜泉县生态抗旱措施配结果

措 施	措施最小面积/10^3 hm^2	最小比例/%	措施最大面积/10^3 hm^2	最大比例/%
梯 田	6.28	1.75	9.55	2.65
地埂植物带	2.15	0.60	3.26	0.91
改 垄	89.51	24.88	134.20	37.30
水源涵养林	50.10	13.93	76.07	21.15
封禁治理	1.62	0.45	2.46	0.68
中耕深松	92.27	25.65	138.00	38.36
耙茬深松	8.91	2.48	13.33	3.71
喷 灌	2.03	0.56	2.99	0.83
微 灌	1.27	0.35	1.87	0.52

从表 1 中看出，各项水土保持措施配置体现了保水、蓄水、调水、节水的有机结合，各项措施配置最佳比例为梯田 1.75%～2.65%，地埂植物带 0.60%～0.91%，改垄 24.88%～37.30%，水源涵养林 13.93%～21.15%，封禁治理 0.45%～0.68%，中耕深松 25.65%～38.36%，耙茬深松 2.48%～3.71%，农田喷灌 0.56%～0.83%，微灌 0.35%～0.52%。

3.2 土地利用结构变化分析

生态抗旱措施的实施，调整了土地利用结构，使土地利用结构和生产方式发生了较大的变化。各项生态抗旱措施实际完成情况详见表 3。土地利用结构变化情况详见表 4。

从表 3 可以看出，拜泉县各项生态抗旱技术措施实施面积基本上与所确定的配置比例上限一致，能够实现保水、蓄水、调水、节水的生态抗旱目标。从表 4 土地利用变化情况看，生态抗旱技术措施体系的构建，调整了区域内农林牧用地结构，农地减少了 4.90%，林地增加了 8.45%，草地增加了 0.31%，农林牧用地比例更加趋于合理，农村产业结构进一步多元化。

表 3 拜泉县生态抗旱措施实际完成情况

措施	梯田	地埂植物带	改垄	水源涵养林	封禁治理	中耕深松	耙茬深松	喷灌	微灌
面积/10^3 hm^2	9.55	3.26	134.20	76.07	2.46	260.00	13.33	2.99	1.87
比例/%	2.65	0.91	37.30	21.15	0.68	72.27	3.71	0.83	0.52

表 4 拜泉县土地利用结构调整情况

年份	项 目	农地	林地	草地	园地	水域	荒草地	工矿用地	其他用地
1979	面积/10^3 hm^2	253.51	45.68	0.066	0.633	1.40	16.35	32.25	6.80
	比例/%	70.48	12.70	0.02	0.18	0.39	4.55	9.80	1.89
2012	面积/10^3 hm^2	235.88	76.07	1.20	0.023	6.31	9.97	20.06	10.19
	比例/%	65.58	21.15	0.33	0.01	1.76	2.77	5.58	2.83

3.3 生态抗旱技术措施体系对旱情变化影响分析

3.3.1 *历史比较分析* 运用德国瓦尔特旱情分析图解法，对拜泉县治理前 5 a(1975—1979 年)与治理后 5 a(2005—2009 年)进行旱情分析。结果表明，前 5 a 平均温度线与 1∶2降水线交叉重叠在 3—5 月，均为严重干旱，而后 5 a 平均温度线与 1∶2降水线及 1∶3 降水线均未交叉重叠，则为无春旱(图 1—2)。说明生态抗旱措施体系建设增强了区域抗旱能力。

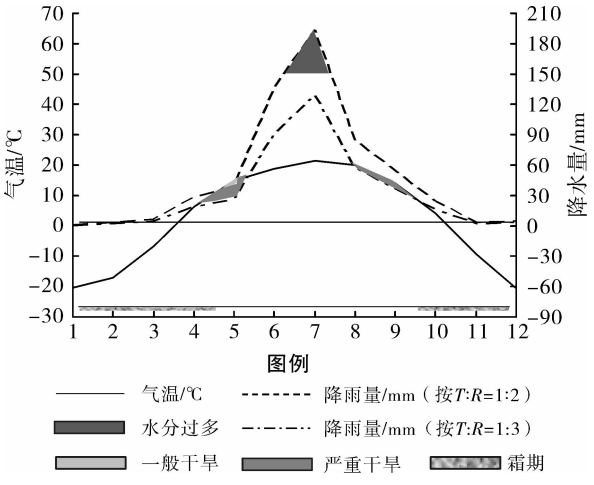


图 1 拜泉县 1975—1979 年瓦尔特旱情分析

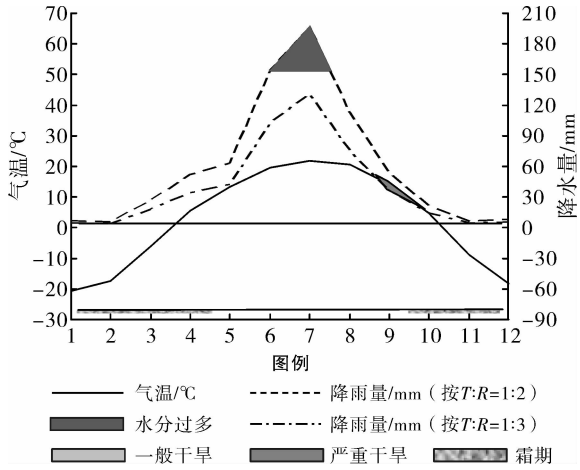


图 2 拜泉县 2005—2009 年瓦尔特旱情分析

3.3.2 *与相邻县份比较分析* 通过对 1997—2006 年拜泉县和邻近克山县春旱情况调查(表 5)，拜泉县 10 a 中平均春季降雨量为 69.1 mm，有 5 a 发生春旱，受灾面积 3.28×10^5 hm^2，而克山县 10 a 中平均春季降雨量 75.0 mm，有 7 a 发生春旱，受灾面积 6.20×10^5 hm^2，为拜泉县受灾面积的近 1 倍。虽然两县春季降雨量相差不多，克山县比拜泉县还相对多了 5.9 mm，但是春旱频次和程度都高于拜泉县，说明拜泉县生态抗旱措施体系发挥了明显的抗旱减灾作用。

表 5　拜泉县和克山县 1997—2006 年旱灾对比

年份	拜泉县			克山县		
	3—5 月降雨量/mm	旱情	受灾面积/10^3 hm^2	3—5 月降雨量/mm	旱情	受灾面积/hm^2
1997	83.7	—	14.00	99.7	—	0
1998	77.5	—	0	84.7	春 旱	65.50
1999	44.5	春 旱	20.00	36.6	重春旱	75.13
2000	51.9	重春旱	98.53	45.3	重春旱	137.13
2001	64.0	—	0	62.1	重春旱	113.80
2002	94.0	—	0	104.2	—	0
2003	38.9	重春旱	113.00	48.8	重春旱	48.47
2004	66.6	—	0	60.7	春 旱	84.62
2005	119.9	—	0	165.5	—	0
2006	50.0	重春旱	82.60	41.9	重春旱	95.64
合 计	—	5	328.13	—	7	620.30

3.4　生态抗旱技术措施体系调节水量分析

根据我们在拜泉县多年试验观测数据分析,按照农田生态系统水量平衡公式,对拜泉县实施生态抗旱技术措施体系前后农田生态系统中水量平衡分析,结果详见表 6。从表 6 可以看出,生态抗旱措施体系实施前,农田系统中消耗水量的蒸散量和径流量占降水量的比例分别为 59.8%和 55.3%,耗水量明显大于降水量。生态抗旱措施体系生效后,由于环境的改善,区域小气候向好的方面转化,降雨量增加了 10.9%,农田蒸散量减少了 4.7%,地表径流量减少 8.3%,土壤贮水量由原来的−61.9 mm 调节为 13.2 mm,水量由亏损转变为水量平衡并稍有赢余,水资源利用率提高了 13.6%,保证了农作物生育期对水分的需求。

表 6　拜泉县生态抗旱措施实施前后农田生态系统水量平衡分析

时 段	降雨量/mm	蒸散		径流		土壤贮水量变化	
		蒸散量/mm	比例/%	径流量/mm	比例/%	贮水量/mm	比例/%
实施前	408.7	244.5	59.8	226.1	55.3	−61.9	−15.1
实施后	453.4	232.9	51.4	207.3	45.7	13.2	2.9

3.5　生态抗旱技术措施体系改善生态环境效果分析

生态抗旱技术措施体系的建立,形成了工程措施、植物措施、农业耕作相结合,良性循环的生态体系。该县植被覆盖率达到 24.25%,其中森林覆盖率达到 21.15%。区域生态环境有了较大的改善,农业基础向稳定、协调、健康方向发展。由于植被覆盖度大幅度增加,改善了生态环境,提高“体系”内温、湿度,降低大气压强,增强了抗干旱能力。2013 年在拜泉县通双小流域实测结果表明,坡耕地径流量减少 76.1%,泥沙流失量减少 97.8%,土壤平均容重减小了 0.05～0.12 g/cm^3,总孔隙度增加 1.9%～4.1%,透水速度增加 0.58～1.39 mm/min,田间持水量增加 5.18%～11.56%;农田林网内风速降低 58%,空气相对湿度提高 10%～14%,蒸发量减少 14.6%～17.8%;土壤有机质含量增加 0.51%,保肥能力提高 51%。由于小气候得到改善,近年来该流域没有发生过大的旱、涝、冰雹、低温、早霜等自然灾害。

3.6　生态抗旱技术措施体系经济效益分析

拜泉县生态抗旱技术措施体系建设取得了明显的生态、经济、社会效益。根据拜泉县统计年鉴,截止 2012 年该县粮食总产量增加 8.48×10^6 kg,平均增产粮食 185 kg/ hm^2,年均经济收入增加 8 196.32 万元,人均收入增加 4 150 元。该体系建设提高了区域抵御干旱等自然灾害能力,为农业可持续发展提供了保证。

4　结 论

(1) 拜泉县水土保持生态抗旱技术措施体系的实施,调整了土地利用结构,大幅度提高了植被覆盖率,各项措施的保水、蓄水、调水、节水“四大”功能得到了有效的发挥,增强了抵抗自然灾害的能力。运用德国瓦尔特旱情分析图解法分析表明,生态抗旱技术措施体系建立后的 2005—2009 年基本无春旱发生,与相邻县份相比,1997—2006 年旱灾发生频率减少了 28.5%。

(下转第 203 页)

红壤丘陵区坚果林不同水土保持措施的效益
——以浙江省临安山核桃林为例

颜 勇[1], 刘 强[1], 赵 淦[1], 章孝灿[2], 廖承彬[3], 李 明[4]
(1. 杭州大地科技有限公司, 浙江 杭州 310012; 2. 浙江大学, 浙江 杭州 310058;
3. 浙江省水土保持监测中心, 浙江 杭州 310009; 4. 台州市水利局, 浙江 台州 318000)

摘 要: [目的] 分析红壤丘陵区坚果林下布设不同水土保持措施下水土保持效益,为该区生态恢复建设提供支持。[方法] 在浙江省临安市建立山核桃试验区,布设不同的水土保持措施野外定位观测试验小区与监测设施,研究山核桃林采取不同水土保持措施后的水土保持成效。[结果] 从蓄水保土效益来看,表现为:茶树缓冲带>套种杨桐>空白对照小区。因此,山核桃林林下布设截、排水沟等措施,结合套种杨桐、栽植茶树缓冲带等经济作物,蓄水保土效益显著,既防治了水土流失,又增加了经济效益。[结论] 实施各项水土保措施的山核桃林均具有很好的蓄水保土效益,且布设截水沟工程措施的蓄水保土效益尤其显著。

关键词: 红壤丘陵区; 坚果林; 蓄水保土; 水土保持; 推广应用
文献标识码: A **文章编号**: 1000-288X(2016)06-0200-04 **中图分类号**: S157.1

文献参数: 颜勇, 刘强, 赵淦, 等. 红壤丘陵区坚果林不同水土保持措施的效益[J]. 水土保持通报,2016,36(6):200-203. DOI:10.13961/j.cnki.stbctb.2016.06.034

Benefits from Soil and Water Conservation Measures Under Red-soil Nut Forest
—Taking Hickory Forest in Lin'an City of Zhejiang Province as an Example

YAN Yong[1], LIU Qiang[1], ZHAO Gan[1], ZHANG Xiaocan[2], LIAO Chengbin[3], LI Ming[4]
(1. *Dadi Technology Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang* 310012, *China*; 2. *Zhejiang University, Hangzhou, Zhejiang* 310058, *China*; 3. *Soil and Water Conservation Monitoring Center of Zhejiang Province, Hangzhou, Zhejiang* 310009, *China*; 4. *Water Conservancy Bureau of Taizhou City, Taizhou, Zhejiang* 318000, *China*)

Abstract: [Objective] Conservation benefits of soil and water under different measures of nuts forest in red soil hilly region were demonstrated to provide support for ecological restoration and construction in this area. [Methods] Experimental plots in hickory forest zone in Lin'an City, Zhejiang Province were setted with different measures and field monitoring facilities. Effects of soil and water conservation were demonstrated. [Results] The benefits of different conservation measures ranked as: tea tree buffer zone>Yangtong>blank control. The construction of intercepting ditch, drainage ditch, plus the interplanting of Yangtong and other economic crops as tea tree under hickory forest hadremarkable conservation benefits in preventing and controlling of soil and water loss, and also in economic benefits. [Conclusion] The implement of soil and water conservation measures of hickory forest have great water storage and soil conservation benefits, especially for the engineering measures of interception ditch, it is significant.

Keywords: red soil hilly region; nuts forest; retention and water conservation; soil and water conservation; application

中国现有红壤资源 1.20×10^6 km^2,是发展粮食和亚热带经济作物及果、林、草的重要基地[1]。浙江省为典型的南方红壤丘陵区。山区居民以种植经果林为主,已形成以茶叶、竹类、坚果、水果等几大类,其中山核桃、香榧等干果占全国产量的 70%以上,坚果林产业经济效益显著。浙江省森林覆盖率高不代表

收稿日期:2016-02-26 **修回日期**:2015-04-09
资助项目:水利部公益性行业科研专项"红壤坡地雨洪资源利用水土保持技术研究"(201401051)子课题"红壤丘陵区坚果林水土流失防治研究","红壤丘陵区柑桔林水土流失防治研究"
第一作者:颜勇(1985—),男(汉族),湖北省监利县人,硕士研究生,工程师,主要从事经果林水土流失防治与小流域综合治理方面的研究。E-mail:394189303@qq.com。

水土流失控制得好,坚果林不合理的生产管理方式,采摘时清除林下杂草,造成林下植被覆盖率较低,往往会出现“远看青山在,近看水土流”的现象[2],山区坚果林下的水土流失破坏了水土资源,恶化了生态环境,严重制约了浙江省农业经济的发展,因此进行山丘区坚果林地水土流失治理刻不容缓。本研究选择坚果林代表——临安山核桃为研究对象,临安山核桃已有 500 年悠久历史[3]。通过建立山核桃林试验区,在试验区布设不同的水土保持措施与监测设施,研究该区山核桃林水土保持成效,总结出适合山核桃林保持水土且增产增收的水土保持模式,对区域经济发展和农民生活质量的提高具有重要的实际意义,进而在红壤丘陵区推广应用。

1　试验区概况

临安山核桃林试验区位于临安市太阳镇谢家桥村东侧地块,北纬 30°17′30″,东经 119°16′42″。试验区为一相对封闭汇水区域,东西最大长度约 0.9 km,南北最大宽度约 0.62 km,总面积为 0.223 4 km^2。试验区紧邻横乐线,交通十分便利。试验区属中亚热带季风气候区,年均降水量 1 613.9 mm,多年平均无霜期 237 d,多年平均蒸发量 733.7 mm;土壤类型以红壤、黄红壤为主;属浙西北低山丘陵地貌,地形起伏,地势变化较大,海拔高度由 280～395 m。试验区所在区域的坡度主要集中在 25°～35°。

2　研究内容

通过资料分析、内业分析和野外实地调查相结合的方式,了解试验区山核桃林分布情况、种类、耕作方式、水土流失现状与已有水保措施等情况,在选定的试验区布设不同水土保持措施与监测设施,通过对比试验分析、水土保持效果的综合评价,提出适合南方红壤丘陵区坚果林水土保持发展模式。

3　研究方法

3.1　坡面非标准径流小区布置

山核桃林内选取完整坡面布设径流试验小区,由于整个试验区及其周边山核桃主产区域坡度均比较陡,大部分坡度集中在 25°～35°,因此本试验小区选择有代表性坡度 30°左右,具有推广意义。径流试验小区布设从坡顶延伸到坡脚,共设置 3 个径流试验小区,均为非标准径流小区。根据试验区周边山核桃林水土流失与水土保持情况调研,试验小区布设水土保持措施分别为 1 号茶树缓冲带试验小区、2 号杨桐缓冲带试验小区和 3 号空白对照试验小区(保持原地貌条件)。3 个径流小区地表不同季节植被覆盖情况不一致,为方便采摘,秋冬季节地表杂草全部用农药除掉,春夏季节杂草再次生长出来,3 个小区杂草覆盖情况基本一致,覆盖度 50%。

3.1.1　试验小区基本情况　1 号茶树缓冲带试验小区:茶树缓冲带试验小区总面积为 380 m^2,长 55 m,宽 7 m,垂直投影面积 330 m^2。茶树缓冲带共 3 条,每条缓冲带栽植茶树 2 行,茶树株距 0.33 m,行距 1.0 m;种植茶树总量为 126 株。同时径流小区布设 3 道土质截水沟,宽度 0.3 m,截水沟内倾 2%,兼着采摘通道;2 号杨桐缓冲带试验小区:杨桐缓冲带试验小区总面积 364 m^2,长 52 m,宽 7 m,垂直投影面积 320 m^2。套种杨桐距山核桃树 2 m,种植杨桐 30 株;3 号空白对照试验小区。空白对照试验小区保持原有土地利用方式,以观测原有土地利用方式下的水土流失情况。该试验小区总面积 365 m^2,长 52 m,宽 7 m,垂直投影面积 310 m^2。

3.1.2　试验小区设计　试验小区周边围梗采用 2.0 mm镀锌板,镀锌板宽度为 50 cm,地下埋深 30 cm,地上部分高 20 cm。镀锌板两侧每隔 1 m 各埋设 1 根 60 cm 镀锌铁钎进行加固,防止镀锌板发生扭曲。径流小区下边缘设置宽 30 cm,深 20 cm 的矩形集流槽,集流槽底部及侧面浇注 5 cm 厚的混凝土,集流槽底部需平整、光滑,槽底由两端向中间倾斜(3%～5%),斜度达到不发生泥沙沉积。为了满足试验区 20 年一遇最大降雨量 60 mm/h 的条件要求,采用集流桶分流设计,集流桶总容积为 500 L。1 和 2 级集流桶均包括 5 个分流孔(4 个向外分流,称为外分孔;1 孔连接下一个集流桶,成为内分孔),分 2 级,且 1 和 2 级分流桶分流孔高度和分流孔数量相同,分流孔为三角形(底边长为 10 cm,高 10 cm),分流孔间隔为 5 cm;内分孔出口处需安装“V”形引流管,将径流引入下一级集流桶内。集流桶和分流桶上均要用铁板或塑料板覆盖,消除自然降雨的干扰。

整个试验径流小区配备 2 把水位测尺,水尺测量范围为 0～100 cm;配备 JLC-YLZ1 型自动雨量站 1 套,自动测定该区降雨强度。

3.2　测定项目

(1) 降雨量测定。采用 JLC-YLZ1 型自动雨量站测定。

(2) 径流量测定。从分流池水位和径流池面积推求径流总量。

(3) 泥沙观测。采用搅拌发测定。每次降水后,量取径流小区集水池中的水沙总量,然后将集水池中的水沙搅拌均匀,用量筒取 500 ml 水样,静置过滤,

烘干称重,测定泥沙含量,含沙量与水的体积乘积则为产沙量[4-5]。

4 结果分析

4.1 降雨次数分布

试验观测期:2015年3—10月。雨量数据通过试验区布设的自动雨量站获取。观测期内统计了日降雨量大于12.5 m降雨情况(图1)。观测期内日降雨量大于12.5 mm共计25次,其中日降雨量12.5～25 mm计12次,25～40 mm计7次,大于40 mm计6次。日降雨量大于40 mm主要集中在7—8月。

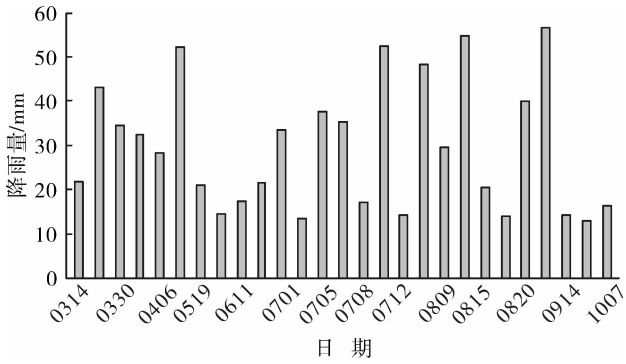


图1 试验区内降雨量分布情况

4.2 布设不同水土保持措施山核桃林蓄水效益分析

实测2015年3—10月各径流小区地表径流,日降雨量大于12.5 m均产生径流,选取有代表性产流6次,考虑到小区面积较标准小区面积大,使监测坚果对比明显,每次径流过程选取持续降雨2～4 d,对4个径流小区的径流结果进行分析(表1)。由于各径流小区面积不一样,径流量指标对比选取每次降雨单位面积径流量。从表1可以看出,布设不同水土保持措施的径流小区同一雨强径流量从大到小基本趋势为:3号>2号>1号,3号空白对照小区径流流量最大,采取了工程与植物措施的径流小区产流相对较小;1号小区布设茶树缓冲带,同时布设土质截水沟,截水沟内倾一定坡度,兼着采摘通道,一定程度上截短坡长,并拦蓄径流;2号小区套种杨桐,增加了地面覆盖,径流量仅小于空白对照小区。

从单次降雨与综合次平均径流量来看,山核桃林不同水土保持蓄水效益为:1号茶树缓冲带+截水沟蓄水效益>2号套种杨桐蓄水效益>3号空白对照小区蓄水效益。1与2号小区蓄水效益分别高出2号对照试验小区14%与9%,采取了水土保持措施的试验小区蓄水效果明显。

表1 径流小区次降雨单位面积径流量分配

测定日期	雨量/mm	单场降雨径流/($m^3 \cdot hm^{-2}$)		
		1号	2号	3号
0318	65.4	272.7	273.4	319.4
0407	81.0	363.6	370.6	397.4
0622	107.6	436.4	444.7	476.8
0724	48.6	145.5	148.1	159.0
0823	57.0	313.6	367.2	387.1
0926	15.2	7.6	4.4	6.5
次平均径流量		256.57	268.07	291.03

注:0318测定3月17日,03月18日连续两天径流;0407测定4月6日,4月7日连续两天径流;0622测定6月18日至6月22日径流情况;0724测定7月23日,7月24日径流情况;0823测定8月22日,8月23日径流情况;0926测定9月23日至9月26日径流情况。

4.3 布设不同水土保持措施山核桃林保土效益分析

观测期测定6次试验小区径流产沙情况,通过搅拌法测定泥沙量(表2)。

从表2可以看出,同一雨强布设不同水土保持措施小区产沙效益表现为3号无采取任何水土保持措施的径流小区单位面积产沙量最大,反之,保土效果最差;1与3号小区布设了植物措施,保土效益较3号空白对照小区明显。

从各次产沙量来看,6与8月分别达到841.5和550.25 kg/km^2,较其他降雨产沙将近2.0倍。其中6月为台风暴雨,降雨强度大,径流大,径流产沙量也大;8月为核桃采摘季节,一般用竹竿敲落,当地老百姓为方便核桃捡取,将林下植被全部除去,遇强降雨水土流失极其严重。

建议采摘时,林下铺设网垫收集山核桃,保留林下植被,防治水土流失。

表 2　径流小区次降雨产沙量分配　　kg/km²

项 目	不同雨强单位面积平均产沙量						同一小区不同雨强单位面积平均产沙量
雨强/mm	65.4	81	107.6	48.6	57	15.2	
测定日期	0318	0407	0622	0724	0823	0926	
1 号小区(茶树缓冲带+截水沟)	121.84	200.79	240.95	80.32	235.89	42.95	153.79
2 号小区(套种杨桐蓄水效益)	452.14	558.46	670.15	223.38	433.05	56.40	398.93
3 号小区(空白对照小区)	1 173.86	1 344.49	1 613.39	537.80	981.81	188.93	973.38
同一雨强不同小区单位面积平均产沙量	582.61	701.25	841.50	280.50	550.25	96.09	508.70

5　结 论

(1) 从各个试验小区观测结果来看,布设了水土保措施的山核桃林均具有很好的蓄水保土效益,且布设了截水沟工程措施蓄水保土效益尤其显著。

(2) 从蓄水保土效益来看,其效益大小顺序依次为:茶树缓冲带>套种杨桐>空白对照小区。因此,在红壤丘陵区的山核桃林布设套截、排水沟措施,同时栽植茶树缓冲带或套种杨桐等经济作物,经济作物可按"适地适树"原则选取;采摘时,林下铺设网垫收集山核桃,保留林下植被,提高林下植被覆盖率,防治水土流失。

[参 考 文 献]

[1] 庞爱权. 红壤丘陵区农业资源开发模式研究[J]. 资源科学,1997(4):15-20.

[2] 张斌,梁音,廖纯艳. 中国水土流失防治与生态安全·南方红壤区卷[M]. 北京:科学出版社,2010.

[3] 丁立忠,钟杨海. 临安山核桃[J]. 中国标准导报,2014(7):66-68.

[4] 向治安. 水文测验[M]. 北京:水利电力出版社,1985.

[5] 马雪华. 森林水文学[M]. 北京:中国林业出版社,1993.

(上接第 199 页)

(2) 通过对保水、蓄水、调水、节水技术的合理优化配置,减少了地表径流量,改善了土壤保蓄水能力,提高了自然降水的利用率,使农田生态系统水量趋于平衡。拜泉县的生态抗旱技术措施体系建设实践表明,农田生态系统水量由过去的亏损转为稍有盈余,水资源利用率提高了 13.6%。

(3) 拜泉县的水土保持生态抗旱实践证明,区域生态环境向良性循环转化,农村经济结构得到调整,粮食产量明显增加,经济收入逐步提高,说明水土保持生态抗旱技术措施具有明显的经济效益、生态效益和社会效益。

(4) 水土保持生态抗旱是半干旱半湿润水土流失区生态建设的一种有效途径。生态抗旱措施体系的 4 大功能,即保水功能、蓄水功能、调水功能和节水功能,不仅能够起到补水作用,更主要的功能是充分合理的配置水资源。不同地区自然条件和环境特征不同,建立的生态抗旱技术措施体系也不一致,应根据具体条件选择适合区域特点的生态抗旱技术。

[参 考 文 献]

[1] 金铃,王忠波,王玉. 黑龙江省干旱灾害问题研究[J]. 黑龙江水利科技,2008,36(5):16-18.

[2] 王安军. 生态抗旱原理在大庆地区节水造林中的应用[J]. 中国西部科技,2011,10(11):58-58.

[3] 周广云,郭微微. 黑龙江省"千亿斤粮食产能工程"建设水资源支撑探讨[J]. 安徽农学通报,2014,20(16):1-2.

[4] 石长金,孙雪文,吕志学,等. 生态建设对黑土区拜泉县粮食生产的影响[J]. 黑龙江水专学报,2007,34(1):86-87.

[5] 周宁,张春山. 拜泉县水土保持生态文明建设的成效与经验[J]. 中国水土保持,2014(1):55-57.

[6] 陕西现代农业科技网. 拜泉县城市生态农业构建[EB/OL]. (2015-11-23)[2016-02-03]. http://www.xdny86.com/zixun/79818.htm,2015-11-23.

[7] 陈棣. 论生态抗旱的内涵与特征[J]. 防护林科技,2005(3):56-57.

[8] 刘微,刘铁钢,王更银,等. 构建生态抗旱技术措施体系对策浅析[J]. 中国西部科技:学术,2007(9):65-66.

[9] 张永勤,缪启龙,何毓意,等. 区域水资源量的估算及预测分析:以南京地区为例[J]. 地理科学,2001,21(5):457-462.

[10] 吕厚荃,于贵瑞. 几种实际蒸散计算方法在土壤水分模拟中的应用[J]. 资源科学,2001,23(6):85-90.