

生态经济型果树台田

—— 一种新型的水土保持工程

沈 波, 孟令钦
(水利部松辽水利委员会农水处, 长春 130021)

摘 要: 介绍一种新型的水土保持工程——生态经济型果树台田, 田面宽一般要求 4 ~ 5 m, 株距取 3 ~ 4 m, 地埂稳定坡度范围为 35 ~ 45 °; 地埂高度一般为 0.3 m。生态经济型果树台田为主体的治理措施体系, 有效的提高了果树台田蓄水保土效益和保水保肥的能力。
关键词: 水土保持工程; 果树; 台田
中图分类号: S 157 **文献标识码:** B **文章编号:** 1005-3409(2001) 04-0074-05

A New Type of Platform Field Grown with Fruit Trees

SHEN Bo, MENG Ling-qin
(The Department of Farmland and Water Conservancy, Songliao Water Conservancy Commission,
Ministry of Water Resources, Changchun 130021, China)

Abstract: A new type of soil and water conservation project, i. e., platform field grown with fruit trees is presented, its surface is 4 ~ 5 m in width, row spacing is about 3 ~ 4 m, the scope of stablizing slope of field bund is 35 ~ 45 °; the general height of field bund is 0.3 m. This kind of platform field as the main part of control measure system, which could raise the capability of preserving soil, water, and nutrient.
Key words: soil and water conservation project; fruit tree; platform field

1 开展生态经济型果树台田研究的背景

东北地区是我国重要的工农业生产基地, 在松辽流域, 山区和丘陵区既是松辽流域水土流失的主要地区, 又是经济发展滞后的贫困地区。位于辽宁省南部的大连市属沿海低山石质丘陵区, 位于世界苹果带内, 历史上就是我国主要的苹果产地之一, 大连地区除冬春两季降水不足外, 其余各生育阶段气候因子均可满足苹果生长发育的要求。这里的苹果质量上乘, 在国内外享有盛誉。但在治理前, 大面积的果园主要分布在条件较好的川地和缓坡台地, 挤占了条件较好的土地资源和基本农田用地, 土地利用结构具有不合理性。能否在小流域综合治理的基础上, 充分利用小流域的气候资源、水土资源和果树植

物资源优势, 通过坡面水土流失治理, 发展果树经济林, 建设山地果园, 将资源优势转变为产业优势和经济优势, 是摆在人们面前的具有理论和实践意义的重大课题。为此, 水利部松辽水利委员会、大连市水土保持办公室和普兰店市水土保持办公室, 在对辽东半岛沿海低山石质丘陵区进行充分调查、分析和论证的基础上, 1987 年在普兰店市设立了天新小流域以生态经济型果树台田技术研究为主体的综合治理示范研究。研究的试点工作于 1988 年开始在大连天新小流域实施, 1999 年成果通过了水利部组织的鉴定。

2 果树台田的规划与设计

果树台田是一种特殊的果树梯田, 形似方型的池子, 一个一个地彼此相连成网状, 在坡地上沿等高线水平布设, 在当地亦称果树池田。在池内栽植果

* 收稿日期: 2001-08-25
作者简介: 沈波, 男(1960-), 高级工程师, 主要从事农田水利与水土保持管理工作。

树, 池缘筑有田埂, 既能拦截蓄积径流, 蓄水保土, 有效地防止了水土流失, 同时自身能满足果树生长需求, 从而减轻了人力、物力。

台田规格主要是要研究并确定台田的最优断面。所谓最优断面, 就是要适应种植和灌溉的要求, 保证地埂的安全与稳定, 能最大限度地节省土方量和需功量, 降低费用。

2.1 田面大小设计

红富士苹果的栽植宽度一般为 4 ~ 5 m 宽为适宜, 近几年来, 乔砧红富士苹果已由稀植大树冠向密植小树冠方向发展。乔化红富士栽植株行距一般采用 3 m × 5 m 或 4 m × 5 m 或 4 m × 6 m 不等, 综合考虑早实、丰产、稳产、优质和便于管理等方面的问题, 集约化的栽培管理方式, 一般采用株距小、行距大的长方形单行栽植, 而果树台田均能很好地满足这些要求。田面宽一般取 4 ~ 5 m, 株距取 3 ~ 4 m。

2.2 地埂坡度设计

根据台田最优断面的条件, 地埂坡度的设计, 首先要要求作到埂坡稳定; 同时还要少占地、用工少。

综合测定分析影响地埂稳定的主要因子, 如土的内摩擦角, 抗剪强度、相对平衡坡度等, 经过实验和计算, 确定地埂稳定坡度 β 的取值范围为 35 ~ 45°。

2.3 地埂高度设计

根据当地降雨水文条件, 按照水利部的规范, 按照 10 年一遇暴雨标准设计, 20 年一遇暴雨标准校核。经计算, 得出地埂设计高度为 0.3 m。

名称	果池规格		地埂高度/ cm	地埂顶宽/ cm	地埂坡度/ (°)
	长/m	宽/m			
	L	B			β
最佳值	5m × 3m 或 5m × 4m 或 6m × 4m		30	30 ~ 40	35 ~ 45

2.4 地埂顶面宽设计

为了最大限度地减少地埂占地面积, 地埂尺寸以能便于对果树管理, 能满足单人行走的需要, 同时确保土体稳定为准, 经推算, 地埂顶面宽一般在 30 ~ 40 cm 为宜。

2.5 最佳果树台田规格

综合以上分析和计算, 可以得出最佳果树台田规格的设计方案, 见表 1。

3 生态经济型果树台田的治理效果分析

通过采用生态经济型果树台田的治理, 果树台

田在保水保土、稳定性、改善土壤肥力和提高果树产量等方面都取得了很好的效果, 下面, 我们就以下几个方面情况进行详细分析说明:

3.1 果树台田稳定性分析

土体的稳定与否, 与土体的抗剪强度有很大关系。坡面土体抗剪强度大小决定坡面是否能保持稳定。

通过在实验室中直剪实验, 我们测定了各土样的抗剪强度。实验数据和结果见表 2。

表 2 果树台田土的抗剪强度测定				
垂直荷载/(kg · cm ⁻³)	10	20	30	40
1988 年	1.2201	1.6210	2.2286	2.6693
1991 年(池内)	0.8964	1.5942	2.0045	2.3605
1991 年(田埂)	0.8366	1.5189	2.2037	2.6095
1994 年	0.8914	1.5886	1.9973	2.2161
1998 年	0.8408	1.5687	1.9792	2.0133

从表 2 中可见, 改造年份越早, 果树台田各土层的抗剪强度越大, 说明采用果树台田的措施进行治理, 果树台田的土体不但能够在人为的作用下保持稳定, 而且随着时间的延长, 能够不断增强坡面土体的稳定性。

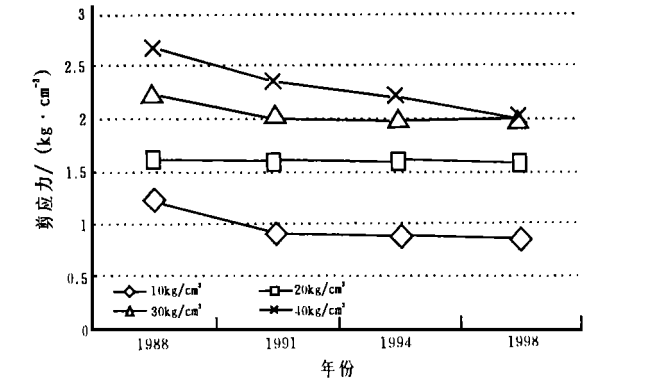


图 1 果树台田抗剪强度变化图

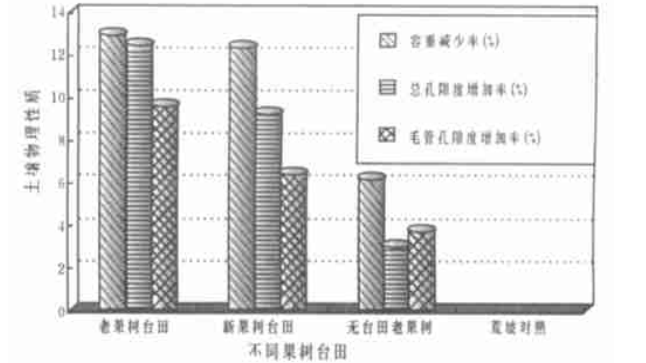


图 2 天新小流域果树台田土壤物理性质与对照比较

3.2 果树台田蓄水保土机理分析

3.2.1 土壤涵蓄径流机理分析 土壤贮水能力决

定于非毛管孔隙度和毛管孔隙度。非毛管孔隙的暂时性滞留贮存,能容纳暴雨,减少地表径流的产生,补充地下水和河道、沟道水流。因此,森林蓄水能力的大小主要取决于森林土壤非毛管孔隙度。

根据实验测得果树台田非毛管孔隙度为6.5%,林地 为 5%,荒地 为 3%,并实验测得到果树台田土壤蓄水量 3 250 t/hm²,对照荒地土壤蓄水量1 500 t/hm²,因此可以得出,果树台田土壤蓄水量是对照荒地的 2.17 倍。

3.2.2 保土机理分析 天新小流域在规划改造以前,平均侵蚀模数为 2 581 t/(km²·a),年土壤流失量为 3.95 万 t。经过 5 a 水土保持措施改造以后,形成了以果树台田为主要措施的综合治理体系,经测算,年保土量达到 3 万 t,侵蚀模数下降到 699.7 t/(km²·a),根据土壤平均容重 1.4 g/cm³,可计算出天新小流域年平均保土厚度为 1.4 mm,保土效率为 75.9%。

3.3 果树台田土壤理化性质分析

3.3.1 土壤物理性质分析

(1)土壤容重与孔隙状况。对天新小流域土壤物理性质测定结果表明,老果树台田、新果树台田和未修台田老果树的土壤容重,分别比荒坡对照减少,通过修建果树台田,土壤结构向好的方向发展趋势非常明显。

果树台田的孔隙状况也有明显改善。老果树台田、新果树台田和未修台田老果树的土壤总孔隙度和毛管孔隙度分别比荒坡对照有很大提高,老果树台田和新果树台田也分别比未修台田果树的孔隙度有很大提高。

表 3 天新小流域果树台田土壤物理性质对比					
测定内容		老果树 台田	新果树 台田	未修台田 的老果树	荒坡
土壤 容重	0~30cm 土层平均值/(g·cm ⁻³)	1.35	1.36	1.46	1.55
	比荒坡减少/%	12.90	12.26	6.16	0
	比未修台田的老果树减少/%	7.53	6.85	0	-
总孔隙度	0~30cm 土层平均值/%	43.75	42.52	40.09	38.9
	比荒坡增加/%	12.41	9.25	3.01	0
	比未修台田的老果树增加/%	9.13	6.06	0	-
毛管 孔隙 度	0~30cm 土层平均值/%	40.06	38.85	37.94	36.5
	比荒坡增加/%	9.57	6.26	3.77	0
	比未修台田的老果树增加/%	5.59	2.40	0	-
非毛 管孔 隙度	0~30cm 土层平均值/%	3.69	3.67	2.15	2.36
	比荒坡增加/%	56.36	55.51	- 8.90	0
	比未修台田的老果树增加/%	71.63	70.70	0	-

(2)土壤颗粒组成变化。根据土壤颗粒粒级的划分标准,可将小于 0.25 mm 的颗粒划分为质地较细的土。粒径大于 5 mm 的砾石,从果树台田建造后第 2 年到第 11 年,由 98 g 逐步减小到 40 g;而粒径小

于 0.05 mm 的粉粒含量也由 0.1 g 增加到 5 g,变化十分显著。即随着果树台田建造时期的延长,土的组成中粗粒含量愈来愈小、细粒含量愈来愈多,土壤颗粒向细粒化的方向发展也反映了土壤保水保肥能力的增强。

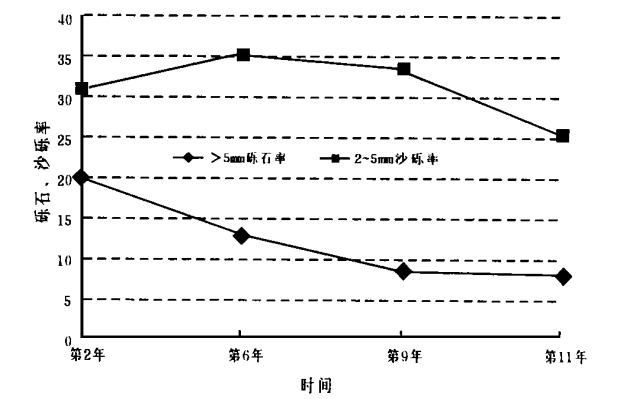


图 4 果树台田砾石和砂砾含量变化趋势

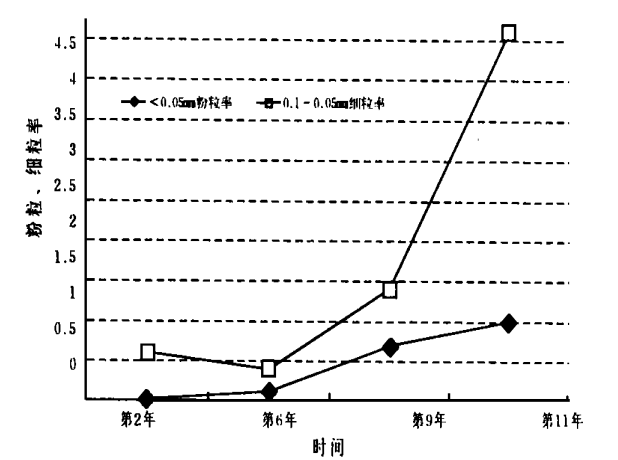


图 5 果树台田粉粒和细砂含量变化趋势

图 4、5 明显地反映出随果树台田建造时间的延续,土壤砾石和砂砾含量逐渐减小,粉粒和细粒含量逐年增加的趋势。为果树台田土壤理化性质的改善创造了基本的条件。

3.3.2 土壤化学性质分析

(1)土壤化学性质对比分析。老果树台田、新果树台田、未修台田老果树和荒坡的土壤化学性质对比见表 5。由表可以看出,老果树台田、新果树台田和未修台田老果树土壤的有机质、全 N、速效 N、全 P、速效 P、全 K 和速效 K 含量均显著高于对照荒坡。其中,老果树台田比未修台田的老果树土壤化学性质也有明显改善,为果树台田经济林的正常生长发育和产果量的持续提高奠定了基础。

(2)果树台田土壤化学性质演变趋势分析。通

过调查, 我们列出了天新小流域果树台田在不同时期的土壤化学成分, 见表 6。在表中可以看出, 随着果树台田修建时期的延续, 土壤有机质、全 N、速效

N、全 P、速效 P、全 K 和速效 K 的含量, 明显看出递增演变的趋势。

表 4 土壤粒径分级表

果树台田年度	称样(g)	粒径分级(mm)								总计
		> 5	5~2	2~1	1~0.5	0.5~0.25	0.25~0.1	0.1~0.05	< 0.05	
第 11 年	池内	质量	40	128	52	92	56	104	23	500
		占%	8	25.6	10.4	18.4	11.2	20.8	4.6	100
第 9 年	池内	质量	43	168	56.5	89	53	80	7	500
		占 0%	8.6	33.6	11.3	17.8	10.6	16	1.4	100
	池埂	质量	65.5	148	63	93	55	73	1	500
		占%	13.1	29.6	12.6	18.6	11	14.6	0.2	100
第 6 年	池内	质量	64.5	177	58.4	85.5	48	64	2	500
		占%	12.9	35.4	11.68	17.1	9.6	12.8	0.4	100
第 2 年	池内	质量	98	154	53.9	82	46	63	3	500
		占%	19.6	30.8	10.78	16.4	9.2	12.6	0.6	100

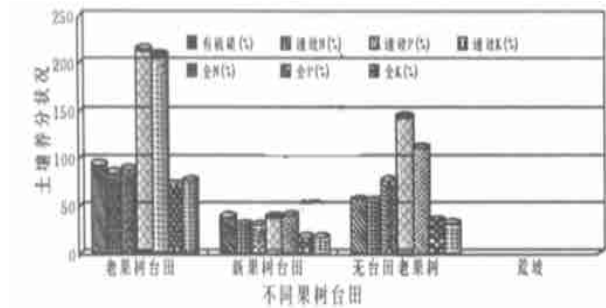


图 6 果树台田土壤化学性质对比

表 5 果树台田土壤化学性质对比

测定内容		老果树台田	新果树未修台田	老果树	荒坡
有机质	测定值/ %	1.89	1.36	1.54	0.98
	比对照增加/ %	92.86	38.78	57.14	-
全 N	测定值/ %	0.0780	0.0551	0.0653	0.0422
	比对照增加/ %	84.83	30.57	54.74	-
速效 N	测定值/ %	0.0181	0.0124	0.0170	0.0096
	比对照增加/ %	88.54	29.17	77.08	-
全 P	测定值/(mg·kg ⁻¹)	2709.7	1205.0	2106.7	862.7
	比对照增加/ %	214.95	39.68	144.20	-
速效 P	测定值/(mg·kg ⁻¹)	20.6	9.36	14.1	6.7
	比对照增加/ %	207.46	39.70	110.44	-
全 K	测定值/(mg·kg ⁻¹)	12766.7	8689.0	10013.6	7435.4
	比对照增加/ %	71.70	16.86	34.67	-
速效 K	测定值/(mg·kg ⁻¹)	46.7	30.9	35.0	26.4
	比对照增加/ %	76.89	17.05	32.58	-

表 6 果树台田不同时期土壤化学性质变化

化学成分含量	第 2 年	第 6 年	第 9 年	第 11 年
有机质/ %	0.40	0.79	0.87	0.94
全 N/ %	0.028	0.067	0.074	0.097
速效 N/ %	0.0075	0.011	0.018	0.020
全 P/(mg·kg ⁻¹)	558.5	752.5	1179.0	3355.0
速效 P/(mg·kg ⁻¹)	3.56	7.50	10.35	20.40
全 K/(mg·kg ⁻¹)	7247.5	9250.0	10174.5	14278.0
速效 K/(mg·kg ⁻¹)	28.5	32.4	45.4	51.5

4 结 论

通过利用生态经济型果树台田为主的治理措施, 使辽南沿海石质山区的土地利用结构调整得以顺利实施, 在这一地区实现了历史上从未有过的果树大面积上山, 从而使原有的果园占用的土肥水较好的平川地还原为基本农田, 提高了土地利用率, 增加了人口环境容量, 促进了当地区域经济的可持续发展。

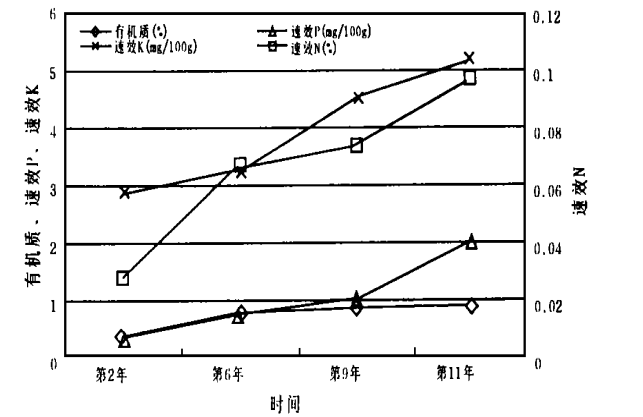


图 7 果树台田土壤化学性质演变趋势

以生态经济型果树台田为主体的治理措施体系, 有效提高了坡面土壤的抗蚀力和增强了坡面土体的稳定性, 使土体的抗剪强度增强, 为果树台田的蓄水保土效益的发挥奠定了良好的基础。

通过在荒坡地建造果树台田, 土壤物理性质得以改良, 随着果树台田修建时期的延长, 土壤粗颗粒含量逐渐减少, 粉粒和细粒含量逐渐增加, 土壤的保水保肥的能力也不断提高。

从土壤的化学性质的变化状况分析, 随着果树台田修建期的延长, 土壤化学性质发生显著的变化, 果树台田土壤的有机质、全 N、全 P、速效 P、全 K 和速效 K 的含量, 表现为递增的趋势。

通过 1987 ~ 1992 年的 5 年的连续综合治理, 天新小流域形成了布局合理、结构优良、功能完善、生态经济高效的以生态经济型果树台田为主体的人工生态经济系统和水土保持综合治理措施体系, 有效地遏制了水土流失, 使生态环境向良性循环的方向

发展, 流域土地生产力和植物生产力得以优化和充分利用, 全流域的总产值、净产值及人均纯收入得到大幅度提高。治理末期 1992 年苹果的的单产每公顷产量达到 21. 50 t, 是治理前 1987 年的每公顷产量 10. 76 t 的近两倍, 连年增产趋势十分明显。

通过模糊数学多层次综合评判, 天新小流域经过 5 a 的综合治理, 到 1998 年, 小流域生态经济系统已达到高级生态经济系统, 系统处于良性循环。

(上接第 73 页)

积极的促进作用。据观测资料表明, 梯田的玉米产量比坡地大 750 kg/hm^2 , 其增产率亦达 25% ^[8], 而生产力模型模拟结果表明, 将坡耕地改造为水平梯田

后, 其产量可达到 $3\ 585\text{ kg/hm}^2$, 增产 89.7% (表 5)。因而梯田的改造也不失为王家沟流域作物增产的措施之一。

表 6 王家沟流域梯田和坡耕地土壤养分及水分比较

项目	有机质/ %			全氮/ %			碱解氮/	有效磷/	有效钾/	水分
	最高	最低	平均	最高	最低	平均	($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	%
坡地	0. 6487	0. 2494	0. 4163	0. 0477	0. 0310	0. 0367	20. 2	5. 0	11. 3	4. 02
梯田	1. 3211	0. 3301	0. 5500	0. 0758	0. 0322	0. 0440	35. 4	10. 5	133. 8	5. 30

3 结 论

通过应用 YIELD 模型和地理信息系统技术并结合实际观测资料, 对影响王家沟流域作物产量变化的气象因素和耕作措施因素进行了系统分析, 研究结果表明, 在气象因素(大气降水) 和土壤侵蚀的共同影响下, 土壤水分和养分的变化是影响该区作

物生产力变化的主要因素, 而有效的耕作措施则是提高土壤水分和土壤养分水平的重要途径。所以今后农业决策方面应着重于采取有效的水土保持措施和农业耕作措施, 以此来提高作物对土壤水分和土壤养分的利用效率, 这样才能有助于小流域农业生产上一个新的台阶, 实现黄土丘陵沟壑区农业的可持续发展。

参考文献:

- [1] 蔡强国, 王贵平, 陈永宗. 黄土高原小流域侵蚀产沙过程与模拟[M]. 北京: 科学出版社, 1998.
- [2] 王福堂, 蔡强国, 陆兆熊. 晋西黄土丘陵沟壑区土壤侵蚀管理与地理信息系统应用研究[M]. 北京: 中国科学出版社, 1992.
- [3] Hayes, J., O'Rourke, P., Terjung, W. and Todhunter, P. YIELD: A numerical crop yield model of irrigated agriculture[Z]. Publications in Climatology, 1982, 35: 2, C. W. Thornthwaite Associates, Elmer, NJ.
- [4] Follett R. F. and Stewart B. A. Soil erosion and crop productivity[Z]. American Society of Agronomy, Inc., Crop Science Society of America, Inc. Soil Science Society of America, Inc. 1985.
- [5] Follett R. F. and Stewart B. A. Soil erosion and crop productivity[Z]. American Society of Agronomy, Inc., Crop Science Society of America, Inc. Soil Science Society of America, Inc., Publishers Madison, Wisconsin, USA 1985.
- [6] 杨淑婷, 冯彩平. 离石县粮食作物产量波动趋向及影响因素浅析[A]. 晋西黄土丘陵区水土流失综合治理开发研究论文集[C]. 北京: 科学技术研究所, 1995. 124 ~ 129.
- [7] 陈乃政, 苏乃平. 王家沟流域农田土壤养分现状及培肥途径[A]. 晋西黄土丘陵区水土流失综合治理开发研究论文集[C]. 北京: 科学技术研究所, 1995. 108 ~ 111.
- [8] 杨才敏, 陈乃政, 苏乃平. 高效生物复合肥应用试验初报[A]. 晋西黄土丘陵区水土流失综合治理开发研究论文集[C]. 北京: 科学技术研究所, 1995. 112 ~ 114.