

黄土丘陵区近自然水土保持复式技术研究

曹世雄¹, 陈 莉², 赵麦换³, 陈晓荣¹

(1. 陕西省水土保持监测中心, 陕西 西安 710004;

2. 延安市水土保持研究所, 陕西 延安 716000; 3. 西安理工大学, 陕西 西安 710048)

摘 要: 该项目应用近自然修复理论, 以解决梯田地埂重力侵蚀、道路水土流失、防护林树种单一和功能退化、人工草场二次垦殖、经济林水保效益差等目前水土保持存在的主要技术问题为突破口, 把山区土地划分为“经济开发地”和“环境保护地”两大类型进行接近自然的复式配置, 设计出“地埂接近自然休止角的农果草梯田复式生态经济技术系统、适土适树复式防护林技术系统、林(果)草水相结合防止生产道路侵蚀与集水窖灌的复式道路技术系统”进行了 6 年试验示范, 得出适合黄土丘陵区的近自然水土保持技术体系模型, 为黄土丘陵区治理水土流失和山川秀美建设提供了技术样板。

关键词: 近自然; 生态修复; 复式技术; 水土保持; 黄土丘陵区

中图分类号: S157

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2003)04-0029-06

Study on Compound Techniques of Near Nature Soil and Water Conservation in Loess Hilly-gully Region

CAO Shi-xiong¹, CHEN Li², ZHAO Mai-huan³, CHEN Xiao-rong¹

(1. Shaanxi Monitoring Center of Soil and Water Conservation, Xi'an 710004;

2. Institute of Soil and Water Conservation of Yanan City, Yanan 716000;

3. Xi'an University of Technology, Xi'an 710048, Shaanxi, China)

Abstract: The authors did experiments and theory studies on the environment protection and rehabilitation aimed at solving problems such as terrace edge collapse, road soil and water loss, and problems in shelter woods land such as simple species and weak function ability, and artificial grass land re-farming, economic woods with badly soil and water loss, etc in loess hilly-gully region. Based on theory studies authors take those exist problems into main research work and as the breakthrough point and they divide land use into two main types as “economic development land” and “environment conservation land” and then conducted the land management by the near nature scheme. Though 6 years experimental and demonstration studies the near nature soil and water conservation technique system was designed, including “crop-orchard-grass terrace compound eco-economy tech-system with terrace edge near the cease angle”, “compound protection trees system that need to fit the local environment by selecting tree species”, compound road protection system with rational trees (fruit trees)-grass-water combination and together with water cellar harvesting to prevent road erosion. The study recommends the rational near nature soil and water conservation technique system for loess hilly-gully region that can be used as a technique model to prevent soil and water loss and then build beautiful environment in the region.

Key words: near nature eco-restoration; compound technique; soil and water conservation; loess hilly-gully region

土壤侵蚀及其引发的土壤退化是世界性的重大环境问题之一, 在我国西部地区尤为严重。黄土高原丘陵区是我国乃至世界上水土流失最严重的地区之一, 也是黄河泥沙的主要来源地, 其生态环境治理是我国生态建设和山川秀美工程的重心区域, 做好水土保持技术研究是关系到我国生态工程建设成败的关键。本项目针对我国水土保持——特别是黄土

丘陵区目前存在的技术问题, 以“近自然生态修复”思想为指导, 研究和探索近自然水土保持技术体系, 着手解决黄土高原丘陵区梯田建设中存在的田坎崩塌、经济林技术性水土流失、人工草地二次垦殖、生产道路水土流失、防护林生物措施单一以及山区农业生态系统自我维持困难、经济生态效益低下等问题^[1-3]。把山区土地划分为“经济开发地”和“环境保

护地^[3,4]两大类型进行系统整治,建立农、果、草近自然复式农田生态经济技术系统,乔、灌、草近自然复式防护林生态技术系统,林(果)、草、水近自然复式道路技术系统。采用系统论和恢复生态学原理进行水土保持近自然生态技术研究^[5,6],可为黄土高原地区农业可持续发展、生态环境建设、再造秀美山川提供科学依据和技术模式,在黄土高原地区有着广阔的推广前景。

1 项目概况

1.1 试验区自然概况

试验区位于延安市宝塔区枣园镇下砭沟行政村张家沟小流域,地处延安市北郊,距市区1.2 km,交通较为便利,设点前流域内植被破坏严重,土壤侵蚀强烈,年侵蚀模数1.5万t/km²。两沟两渠地形破碎,属黄土丘陵沟壑区第二副区,海拔高度993.7~1191.2 m,年平均气温9.4℃,年平均降水547.4 mm,汛期降水413.6 mm,其中70%集中于7~9月份,年无霜期147 d,干旱霜冻危害较为频繁。自然环境具备黄土高原丘陵沟壑区半干旱强度水蚀地形特点,地貌特征对黄土高原丘陵沟壑区具有代表性。

1.2 研究目标与拟解决的关键问题

1996年,根据我国水土保持事业发展的方向和要求,经过技术查新、考证后,延安市延河流域世行项目办公室出资80万元在延安市宝塔区枣园镇下砭沟行政村张家沟小流域设立了黄土丘陵区近自然水土保持复式技术研究项目,包括“黄土丘陵区道路种草侵蚀防治与利用技术、近自然埂坡复式梯田技术、适土适树树种选择与造林技术”三个研究课题。该项目把黄土丘陵区土地划分为“经济开发地”和“环境保护地”两大类型进行近自然生态修复,最大限度利用自然力量开展水土保持,避免使用难降解和自然力量难以净化的人工材料,把生物修复放到首位,并融于工程技术之中,通过接近自然的方法,来提高水土保持的生态、经济、社会效益。

(1) 复式梯田技术。梯田建设是把低值坡地改建为保持水土的高值土地,是保证山区农业开发用地的主要技术途径之一,本研究把地埂坡度减缓到45°以下,选择耐旱树种进行地埂种植,选择豆科牧草和经济树种进行草田、果粮轮作、混作、间作,建立农果草复合耕作技术系统,重点解决地埂崩塌

问题和粮果草配置与效益问题,提高果品的质量和土地综合开发效益^[7,8]。

(2) 复式道路技术。道路侵蚀增加了水土流失强度,对工农业生产造成了极大危害,因此研究近自然复式道路建设与路面集水利用有着重要意义。本研究通过选择耐旱、耐践踏的植物在路面种植,重点解决道路水土流失问题^[8~11]。

(3) 适土适树树种选择与造林技术。恢复和营建植被是改善黄土高原生态环境的根本措施,但由于环境因素的影响,树木的成活率和生态效益较差。本研究以典型区域地块为样本,根据植被地带性分布规律、植物群落演替原理和不同地块土壤特点,采用草灌混交、乔灌草混交等不同配置模式,研究近自然人工植被的快速营造技术及配套措施,解决人工造林树种单一和系统退化问题^[12,13]。

2 主要研究内容及设计模型

2.1 近自然农、果、草复式农田技术研究

农、果、草是农业经济的中心内容,粮、果、草种植在梯田内不仅具有良好的水土保持效果,其经济效益是同等立地条件坡地的2~5倍,因此,在人口、经济、环境的压力下,坡改梯成为各地水土保持关注的焦点内容。鉴于目前梯田、经济林、人工刈割草场建设存在的技术弊端,该项目选择“接近自然”工程和生物技术,在工程方面设计采用接近黄土自然休止角35°为梯田埂坡设计坡度,从而从根本上消除地埂重力侵蚀危害。在生物方面,把农、果(林)、草作为一个整体进行“近自然”的复合或混合配置,通过乡土树种、草种及农作物筛选和外来种的引进,建立农、果(林)、草近自然混合配置模式,实现梯田耕作林网化、土地利用轮作化。

(1) 自然堆积筑埂法近自然复式农田模式。自然堆积筑埂法近自然复式农田地埂按土壤自然堆积成的40~45°坡度设计,经人工适当修整后在梯田外缘筑起50~60 cm高边坎,然后在埂坡种植一行或多行经济树木、速生乔木或灌木,实现山地农田林网化。同时,地埂树间可套作多年生草本植物(如多年生豆科牧草、水保价值较高的经济植物——黄花菜、线麻、芦笋等),进一步提高地埂植物覆盖率,控制埂坡水土流失,增强山地农田抵御自然灾害的能力,延长梯田利用年限,实现土地开发三大效益同步增长(见图1)。

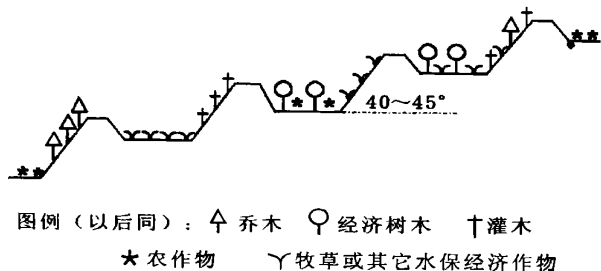


图1 自然堆积筑埂法近自然农果草复式农田立体结构示意图

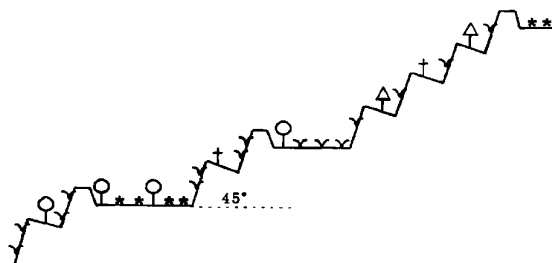


图2 近自然农林草缓埂带状间作复式农田立体结构示意图

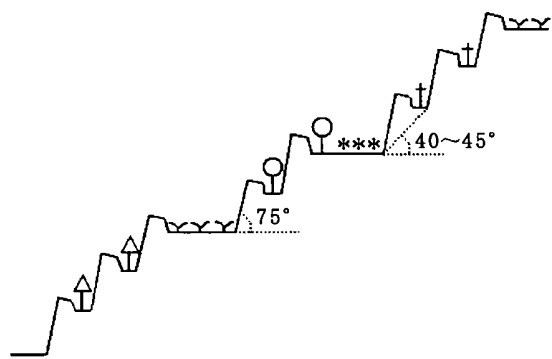


图 3 近自然硬埂植树复式农田立体结构示意图

(2) 近自然农、林、草缓埂带状间作复式农田技术模式。在土壤水份含量较高的下湿地块或湿润地区, 土壤稳定性相对较低; 或者在土地资源丰富人口压力较小地区、土壤粗沙含量较高地区以及土石山区, 复式梯田地埂可适度减小埂坡坡度, 并按台阶式逐级筑起, 然后在台阶上栽植经济树木、乔木和灌木, 并套作牧草或其它经济植物, 固定埂坡土壤, 提高地埂利用率, 实现高产稳产 (见图 2)。

(3) 近自然硬埂植树复式农田模式。在土壤水分适中、粗少含量较少、稳定性较高和人口压力较大地区或石质山区, 复式梯田可适度增大地埂坡度, 减少地埂占地面积, 地埂筑起后在地埂密植乔、灌, 缓减埂坡重力侵蚀, 精耕细作, 提高效益, 走高效开发道路 (见图 3)。

2.2 近自然林草复式防护林技术体系研究

林草复式防护林依据山区自然环境立体差异和生物共生互补关系, 以乔、灌、草相结合形式进行生物配置, 增加了人工生物措施可利用层面, 在提高荒坡地和退耕地治理的生态效益同时实现了经济效益的同步增长。该技术沿沟道、路旁立地条件较为优越、交通较为便利地块多植乔木。在半干旱地区, 随山地海拔升高, 立地条件下降, 干旱危害增强, 逐渐减少乔木比例, 增加灌草比例, 形成沟道路旁乔木为主, 山

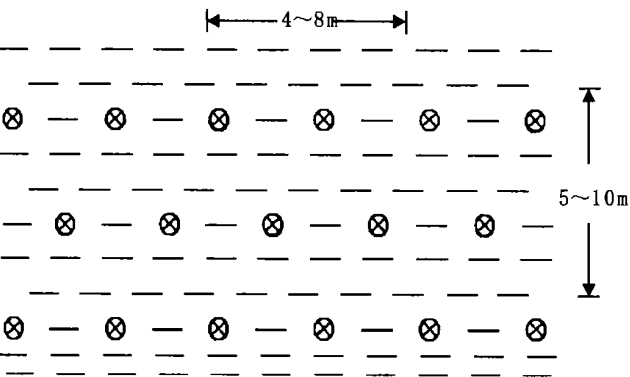


图 5 近自然乔草混交复式防护林平面结构示意图

2.3 近自然林(果)、草、水复式道路技术体系研究

近自然林(果)、草、水复式道路技术系统依据工程措施与生物措施相结合的原则, 以防止道路侵蚀和实现道路经济

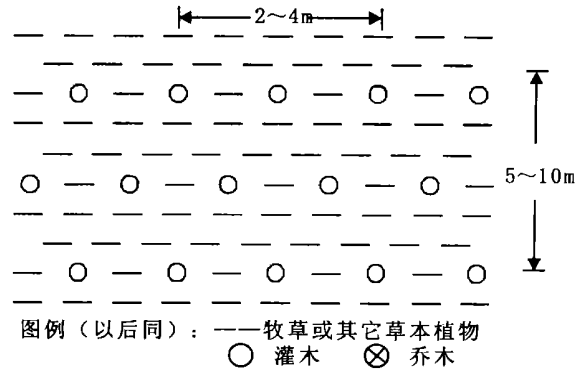


图 4 近自然草灌混交复式防护林平面结构示意图

腰灌木为主, 山顶牧草为主的复合生态模式。这不仅符合山区自然环境立体条件, 而且这样布局所形成的疏林草场景观更加接近自然, 可多层次利用光源, 阻遏水土流失。退耕坡地种草采取草、灌或乔、灌、草混交技术, 这样可在牧草衰败后利用乔、灌生长达到保持水土和防止再次垦殖的目的。防护林建设应按保护地的要求, 首先注重生态功能的发挥, 植物品种选择应首选长寿抗逆性强的乡土树种, 管理上应做好封禁抚育工作, 提高防护林的持久性能。

(1) 近自然草、灌混交复式防护林模式。在土壤瘠薄、水肥条件较差的高海拔地块以及远离居民点地块, 防护林建设应以草、灌混交为主。退耕地可沿等高线带状直播草、灌, 荒坡地可直接补种灌木, 尽可能减少对原有植被的破坏, 防止技术性水土流失 (如人工整地造成的新的水土流失等等。见图 4)。

(2) 近自然乔草、乔灌草混交复式防护林模式。在沟道路旁等自然条件优越地块防护林建设应以乔、草或乔、灌、草混交形式开展造林活动为主, 混交林应适度减小乔木密度, 以促进乔木成材, 充分利用灌、草快速生长特点来提高山区防护林建设的植被度, 提高人工造林水保效益, 促进防护林生态经济效益的发挥和提高 (见图 5, 图 6)。

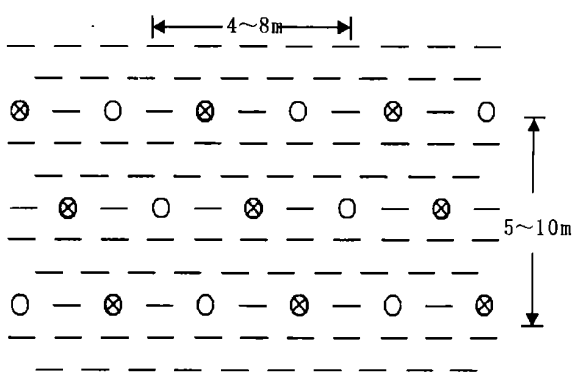


图 6 近自然乔灌草混交复式防护林平面结构示意图

开发为目标, 进行生物措施与工程措施综合配置。复式道路面种植耐践踏长寿命牧草, 路旁栽植经济价值较高的经济林、速生用材林、风景林等, 达到保护路面、增加产出、美化环

境的目的。路旁植树应大鱼鳞坑整地,收集路面积水,促进树木生长。在农田地和果园路旁应修建一定数量的旱窖,收集路面积水,开展节水灌溉,变废为宝,化害为利,促进高效农业发展。复式道路建成使用后,坡度较陡路面因车轮碾压和车轮掘土造成部分路面牧草损坏,形成两行土壤裸露的车轮痕迹,这时可在痕迹处撒播石子,提高痕迹基准面,控制水土流失,提高道路的通行能力(见图 7)。

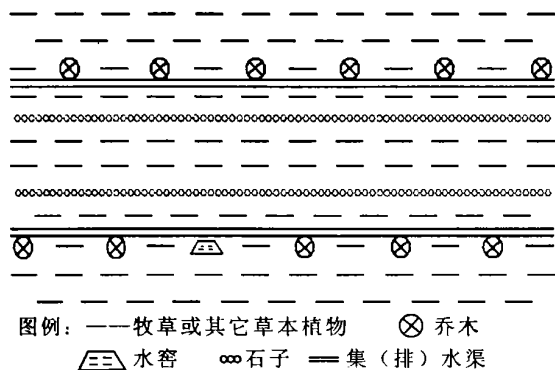


图 7 近自然林(果)草复式道路技术平面结构示意图

3 初步研究成果

3.1 近自然埂坡复式梯田技术

(1) 试验研究表明,埂坡设计为 45° 坡度软硬梯田(见图 1),修筑时因地形地貌及推土机自身特点,实际修筑埂坡坡度为 35~45°。软硬梯田梁地埂坡占地为 41%,塌地埂坡占地为 37%,高出硬埂梯田 95%~116%。软硬梯田可以完全消除重力侵蚀引起的田坎崩塌危害,但由于其筑埂时没有进行夯实处理,地埂以每年 5.4 cm 速度下沉,下沉速度是硬埂的 1.29 倍,综合考虑软硬梯田每年的维护费用为 435 元/hm²(按延安市 1997 年定额计算),是硬埂维护费用的 55.5%;软硬修筑方法简单,仅在地边筑起 50 cm × 50 cm 挡水边坎,其修筑费用为 585 元/hm²,是硬埂的 24.9%。

(2) 试验研究结果表明,软硬坡面可以栽植各种阳性、耐旱树木,其中生长速度最快和郁闭度最大的树种依次为榆叶梅、桃树、李子、山桃、梨树、元宝枫、仁用杏、枣树和山杏,柠条和醋栗生长表现也不错,推广时应加大栽植密度(详见图 1)。由于地埂树木的生长发育对土壤内部的水、肥及农田地的理化性状产生影响,本试验布设时没有配置高大乔木。建议地埂植树技术推广时应限制在小乔木和灌木之间选择树种,有条件地区应同时配以地埂节灌技术,这将有效提高地埂植树的成活率、生长量、产量以及适种范围。田面间果树应加大行距、缩小株距,提高农(草)果间作的可操作性。

(3) 研究结果表明,软硬坡面只适宜种植耐旱性极强的牧草和经济植物,如草木樨、线麻、黄花菜,其中线麻为传统油料免耕种植作物,可连茬种植,水保效益和经济效益显著,现已大面积推广。由于软硬坡面土壤孔隙度较大,土壤结构非常适宜薯类作物生长,在推广过程中已有农民种植土豆获得高产,但薯类作物水保性能较差,特别是耕作时对地埂土壤有下移侵蚀作用,因此建议在推广这一技术时做好宣传工作,防止

田埂人为损坏。地埂牧草可人工种植,也可自然恢复。

(4) 研究结果证实,软硬坡面土壤干旱,水分含量仅为坡耕地和梯田地的 78.76%~94.88% 和 63.09%~80.40%,但其孔隙度却高 4.53%~6.79% 和 6.80 个百分点,这是耐旱、阳性、喜通透深根性树种快速生长的主要原因,测量结果发现,梨树生长量比梯田地高 43.75%。这是一个边缘优势显著,经济开发潜力极大的土地类型,若配合科学栽培管理技术和浇灌技术,软硬坡面的开发潜力极大。

3.2 适土适树树种选择与造林技术

(1) 研究结果表明,黄土高原丘陵沟壑区从表层到深层,依次分布着黄绵土壤层、红胶泥土壤层和分化岩末土壤层,由于土壤侵蚀——特别是沟蚀的切割作用以及修路、采矿、基建等行业的挖掘和随意遗弃,使以上三种土壤在地表同时裸露出来,从而形成了三种不同的土壤地类,分别占该区域土地类型面积的 75%~85%、5%~10% 和 2%~5%,随着水土流失和我国基本建设事业的进一步发展,后两种土壤类型在地表呈加速扩大趋势。由于不同土壤的理化性状和立地条件存在的显著差异,对人工造林的成活率、生长量及林种的适应方面产生影响,因此,人工造林树种配置不仅需要考虑立地条件(如海拔高度、坡度、坡向等)和气候条件(如降水量、积温、气温等),同时要充分考虑土壤类型的特点,不仅要“适地适树”,更要“适土适树”,形成一个更深层次的“因地制宜”和“因土制宜”的原则和理念。

(2) 黄绵土是黄土高原地区的主要土壤类型,适宜各种树木生长发育,由于其位于三种土壤土层的顶部,相对水分含量低,在人工造林过程中应注意配置象柠条、刺槐、元宝枫、柏树等阳性耐旱树种,在栽植时适当加大行距,减少密度,特别是柠条与刺槐混交、沙棘与柏树混交配置中应适度减少乔木比例,形成带状分布配置模式,这样不仅有利于树木生长发育,而且具有良好水保效益。在沟谷塌地上也分布一定厚度的黄绵土,这类土壤地类水肥条件好,可营造类型的速生林种有杨树、沙棘、枫树、柏树、刺槐、柠条以及沙棘与杨树混交、沙棘与柏树混交、沙棘与无宝枫混交等。

(3) 红胶泥土壤通透性差,土层较薄,肥力低,但其持水力强,而且主要位于沟谷两岸,地下水供给较为充裕,是浅根性植物生长发育的良好土壤类型之一,在阳坡,刺槐生长优于其它土壤地类,在阴坡,沙棘生长表现最好。其它深根性树种——特别是树根穿透力强的树种——如柏树、杨树、柠条、无宝枫亦可正常生长,沙棘与柏树混交、沙棘与杨树混交和刺槐与柠条混交配置在这类土壤表现较好。

(4) 风化岩末土是土壤和岩石之间的过渡类型,是裸露岩石和基建过程中遗弃的土石风化形成的土壤类型。这类土壤土石混杂,通透性好,但土层薄——一般只有 20~50 cm, pH 值高,土壤结构不稳定,极贫瘠,主要分布在沟谷底部,是侵蚀最严重的土壤类型。试验研究结果表明,这类土壤水份条件好,浅根性树种——如刺槐、沙棘和根系穿透力强的侧柏生长较好,特别是侧柏的长势超过了其它土壤。在这类土壤上,沙棘与柏树混交配置较好,刺槐与柠条混交也表现较好。

(5) 混交配置的优越性已被广泛认可,并被大面积推广,

浅根性与深根性、阳性乔木与阴性灌木之间的混合配置能充分利用各自生态位,从而达到良好效果。从研究结果来看,风化岩末土土壤沙棘与柏树混交、柠条与刺槐混交、沙棘与元宝枫混交均可。在红胶泥土壤和黄绵土塌地,阴坡沙棘与杨树、沙棘与柏树混交、沙棘与元宝枫混交效果较好,阳坡沙棘与柏树、沙棘与元宝枫、柠条与刺槐混交配置效果显著,在梁峁黄绵土土壤柠条与刺槐混交表现最好。由于随土壤地类海拔升高,土壤水份和肥力呈下降趋势,因此在配置中,从沟底到山岭应逐渐减少乔木比例,增加灌木比例,形成沟道乔木为主、山坡灌木为主的立体混合配置模式,并依据不同土壤进行不同树种的混合配置,形成多树种带状镶嵌式立体混交配置模式。沙棘生长迅速,在混交配置幼林期要及时做好平茬工作。

(6) 研究结果表明,各类树种和配置对土壤物理性状均有改良作用,以浅根性沙棘、刺槐和树根穿透力强的侧柏、杨树及其混交配置表现最好,乔灌混交在加速成林的同时能有效减少土壤耗水量。风化岩末土土壤地类造林后 0~80 cm 土壤水分含量比耕地地增加了 10.73%~35.02%,表明这类土壤造林的潜力很大。随着我国基本建设的进一步发展和水土流失长期性的基本国情,风化岩末土和红胶泥土壤地类的面积呈快速增加趋势,这两类土壤位于黄绵土的底部和沟谷两岸,是发生沟蚀和泥石流流量严重的土壤类型,这两类土壤治理具有成效快和效益高特点,建议今后应进一步加强对这两类土壤水土保持工作的研究和治理工作,真正意义上实现“固基保厦”的目的。

(7) 为了提高造林成活率,课题组提出“穴衬膜栽植技术”,该技术是在栽树时在树坑四周衬贴薄膜,以防止浇灌水的渗漏。研究结果表明,该技术全面防止了树根周围土壤水份的蒸发和渗漏,因此对各种树木成活率和生长量均有显著促进作用。其中对常规栽植成活率低的树种——如枣树、李子、仁用杏、山桃、山杏、桃树作用最明显,成活率分别提高了 14.51% 和 98.69%、94.74%、72.59%、70.51% 和 65.56%,四年平均生长量提高了 155.56%、1.36%、94.55%、3.61%、22.22% 和 65.0%,大面积推广证实可提高树木成活率 31.5% 以上。由于地膜在地里难以降解,其对以后树木的生长发育是否有危害现在还不清楚,在推广时建议使用易降解的新型薄膜或纸膜材料。穴衬膜栽植技术的原理和把树木栽植在容器里(如容器育苗)一样,为树木的成活和生长提供了一个良好环境,这一技术若能使用可降解材料,在今后人工造林,特别在地埂和路边植树中将有其广阔的推广前景。

3.3 道路种草侵蚀防治与利用技术

(1) 土质路面是山区农业生产道路的主要类型,目前我国约有这样的低标准道路约 260 万 km,占地约 130 万 hm^2 。观测结果表明,由于土质道路建设标准较低,在坡面汇流的共同作用下,侵蚀模数高达 3.41~9.02 万 t/km^2 。因此,生产道路的侵蚀防治成为水土保持工作不可忽视的重要内容,生产道路的侵蚀防治不仅要积极采取工程措施,更要采取生物措施,按照“上拦、下护、合理引灌”的原则,积极开展路面

种草、路畔植树造林和路面集水灌溉,变害为利,这是水土保持和农业生产的重要发展方向。试验结果显示,道路种草成本仅为石子路的 27.69%~35.99%,维修费用仅为土质路面的 30.52%,如选用当地乡土草种,费用会更低,是一种经济可行的技术途径。

(2) 研究结果表明,道路种草是积极有效的水土流失防治措施。道路种草后径流量减少 46.15%~69.30%,土壤侵蚀量减少 54.53%~77.80%,陕北冰草和无芒雀麦表现最好,径流量最高可减少 89.77% 和 77.88%,侵蚀量最高可减少 92.07% 和 80.55%。其中沟道水分条件较好,陕北冰草、无芒雀麦、老芒麦、披碱草、早熟禾、胡枝子、小冠花均可正常生长发育,表现出良好生态效益;山地道路干旱严重,多年平均土壤水分含量比沟道路低 0.89 个百分点,除小冠花外,其它牧草尚可正常生长发育,但长势不如沟道,径流减少程度比沟道路低 3.89~11.90 个百分点,减沙效益低 8.82~14.72 个百分点。从播种方式来看,条播优于散播,径流减少量条播比散播高 11.25~19.26 个百分点,减沙效益高 8.55~14.45 个百分点,因此建议在推广该技术时应以条播方式为好。最佳牧草为陕北冰草和无芒雀麦,其它牧草如老芒麦、披碱草、早熟禾、胡枝子、小冠花也有推广价值。陕北冰草、无芒雀麦、胡枝子、小冠花寿命可达 50 年以上,应成为首选品种。

(3) 路畔通风、透光、土壤疏松,具有较好的生态优势。在沟道路,李子、山杏、梨树、枣树、山桃、元宝枫、杨树、刺槐、榆叶梅生长发育好于成片栽植,在山地道路,山桃、杨树、刺槐、榆叶梅、柠条生长发育也好于成片栽植。路畔是造林种草的优良场所,黄土丘陵区及类似的地区可积极推广以上树种,把适地适树与高效开发利用结合起来。

(4) 路面牧草具有一定的抗碾压能力,研究结果表明,其耐践踏能力受道路坡度、道路通行车次、牧草品种多重影响,当道路坡度大于 10 时,农机车轮的掘土作用可使受压部位牧草连根拔出而死亡。禾本科牧草一般可承受 300 $\text{t} \cdot \text{次}/\text{a}$ 以下车辆碾压,其中陕北冰草表现最高,其次为无芒雀麦。豆科牧草抗碾压能力较弱,200 $\text{t} \cdot \text{次}/\text{a}$ 的通行量即可造成受压部位牧草全部死亡。观测结果证实,种草道路通行后,随车辆行走增加,最终可使所有受压部位牧草全部死亡,路面出现两行 54.25 cm 宽的裸露车痕,随着车辆碾压下沉和侵蚀作用,道路受压部位年平均下沉速度约为 1~2 cm,并逐渐形成两条汇、排水壕沟,这是造成种草道路水土流失的重要原因之一。因此,应在两条车痕处铺上石子,抬高基准面,有效分流路面集水,提高道路通行能力(详见图 5)。

(5) 研究结果表明,道路种植禾本科牧草后,除有机质外,土壤中其它营养成分均有不同程度的亏损,因此在推广过程中,有必要补充各种肥料,这是延长路面牧草使用年限和提高牧草防蚀能力必不可少的条件,有条件地区可试验推广禾本科与豆科牧草混播,但陕北冰草、无芒雀麦、小冠花等长寿命牧草,均有极强的竞争能力,和其它牧草难以混合配置。

参考文献:

[1] 曹世雄 论山区持续发展的农业技术——山地农业复式生态技术[J]. 生态经济, 1995(4): 39- 42

[2] 陈莉 试论水土资源整治技术[J]. 人民黄河, 2002(3): 18- 20

[3] 曹世雄 山地农业[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 2002

[4] 曹世雄 试论水土保持后治理与持续治理问题[J]. 水土保持通报, 2001, 21(1): 42- 45

[5] Peng H. Robinien—und Kiefernauaufforstungen auf demchinesischen WeibeiLoess Plateau[M]. Shaker Verlag, Aachen, 2001.

[6] 王中林, 等 渭北旱原花椒地埂林土壤抗蚀抗冲性研究[J]. 水土保持研究, 2000, 7(1): 25- 27

[7] 张廊玉, 等 怎样营造梯田地埂防护林[J]. 水土保持研究, 2000, 7(1): 13- 15

[8] 郑世清, 等 黄土丘陵区生产型植物路综合防护技术体系规划设计[J]. 水土保持通报, 2000(1): 36- 38

[9] 张翼 植物路——农业生产和水土保持的新领域[J]. 中国水土保持, 1997(4): 36

[10] 郑世清, 等 长武王东沟试验区沟坡道路侵蚀及其防治措施[J]. 水土保持学报, 1994, 8(2): 29- 35

[11] 彭鸿 陕北黄土高原森林植被的性质和当前森林培育的策略[J]. 水土保持通报, 2002, 22(6): 5- 9

[12] 王楚人, 等 混交林抗蚀改土效益及其在防止地力衰退上的应用[J]. 土壤与环境, 1999(8): 18- 20

(上接第 9 页)

28 57%, 果个大, 品质好, 商品性提高, 经济收入增加。

3 4 25 以上陡坡地保护性种植技术研究示范

对于 25 以上的陡坡地, 坡度较陡, 植被覆盖度低, 水土流失严重。采取封山育林, 保护性种植抗旱、耐瘠薄、适应性强的良种牧草及灌木, 如美国 3# 苜蓿、柠条、紫穗槐等, 封山禁牧, 恢复植被, 涵养水土。对土地极为短缺的区域群众对其仍有产出要求, 可采用大鱼鳞坑+ 经济林果(杏、枣、桑、芦笋等)复合技术系统, 品字型种植, 经济林密度 1 株/20 m², 树下间作牧草, 此模式可有效地解决本区坡地水土流失问题, 使坡地土壤侵蚀模数较对照下降 91. 2%。

3 5 鸡—猪—沼—菜“四位一体”庭院生态经济模式

本区山坡地植被覆盖率低, 农村能源短缺, 群众上山乱砍植被屡禁不止, 由于气候蜕化、干旱严重, 破坏后植被很难恢复^[5]。故在增加农民收入的同时解决农村能源问题是生态环境建设的关键。根据本区庭院面积大, 群众农闲时间多的特点, 将群众的致富思路引导到庭院中来, 研究的鸡—猪—沼—菜“四位一体”农村庭院经济模式很适宜本区实地, 该模式以种植为基础, 养殖为主干, 沼气为纽带, 形成集沼气池、窑洞笼养鸡、小规模快速养猪、日光大棚蔬菜于一体的资源良性循环系统, 即每户养 400 只鸡, 6 头猪, 猪圈下修沼气池, 池旁建日光大棚一座; 雏鸡粪喂猪, 猪粪下池产沼气, 沼气点灯做饭, 沼液喂猪, 沼渣种菜。该系统充分利用了光能、生物能等自然资源, 彻底解决了当地农村能源问题。此技术体系产投比 1. 39 1, 户均年纯收入可达 2 3 万元。每户可以减少对 0 2 hm² 山林的破坏。

4 试验结果

综合以上技术形成了黄土高原卵状丘陵区现阶段生态

参考文献:

[1] 刘国彬, 等 对黄土高原区域水土保持与生态环境建设重大问题的认识[J]. 水土保持通报, 2000, (20) 7: 22- 24

[2] 唐克丽, 等 黄土高原水土流失与土壤退化研究[J]. 水土保持通报, 1987, 7(6): 12- 18

[3] 朱清科, 等 论黄土区农林复合生态经济系统与发展[J]. 土壤侵蚀与水土保持学报, 1998, 4(4): 73- 76

[4] 陈浩 黄河中游小流域的泥沙来源研究[J]. 土壤侵蚀与水土保持学报, 1995, 1(5): 67- 98

[5] 彭珂珊 黄土高原水土流失与退耕还林(草)基本思路[J]. 水土保持研究, 2000, 7(2): 164- 171.

环境建设模式: 即在建设淤地坝及宽幅梯田的基础上, 保证人均 0 13 hm² 高标准基本农田(其中坝地 0 013 hm², 水平梯田 0 12 hm²), 通过坝地粮食高产技术及梯田覆盖节水保墒栽培技术实现粮食基本自给、稍有余缺, 为 15 以上坡地退耕还林、草奠定基础; 15~ 20 坡地在整修成大鱼鳞坑、隔坡梯田等工程措施的基础上, 发展以红枣、仁用杏、酥梨等为主的经济林与草间作, 以经济林调动农民退耕还林积极性; 25° 以上坡地以大鱼鳞坑为主, 种植以紫穗槐、柠条、沙棘等保水灌木与草间作或种植以苜蓿为主的草本植被, 提高坡地植被覆盖度, 减少水土流失; 发展鸡—猪—沼—菜“四位一体”庭院经济, 以窑洞笼养鸡及反季节蔬菜为基础, 保证农民有稳定的经济来源, 减少对坡地产出需求的压力。在提高农民经济收入的同时解决农村能源, 制造有机肥料反哺土地, 实现生态平衡。此模式高效、合理的利用了本区土地资源, 形成了现有土地从上到下的立体治理, 在高西沟推广取得了很好的效果, 见表 3。

表 3 治理后各项指标对照

处理	林草覆盖率/%	降水利用率/%	人均占有粮/kg	人均纯收入/元	土壤侵蚀模数/(t·km ² ·a ⁻¹)
榆林流域	46. 1	45. 3	412	2056. 5	1638. 4
石沟流域	17. 1	21. 7	271	1440	3154. 1

可以看出, 处理区林草覆盖度比对照提高 29 个百分点, 降水利用率提高 23. 6 个百分点, 人均占有粮食及收入分别提高 52 %、42. 7%, 土壤侵蚀模数下降 92. 5%, 实现了区域生态环境的基本好转及社会经济的可持续发展。