

文章编号: 1000-5692(2002)04-0440-06

浙江省几种生态型商品林水土 保持技术研究与应用现状

苏增建¹, 余树全², 周国模²

(1. 四川农业大学 林学院园艺学院, 四川 雅安 625014; 2. 浙江林学院 生命科学院, 浙江 临安 311300)

摘要: 浙江省气候条件优越, 经济林资源丰富, 尤其近年来生态型商品林发展迅速, 但是由于人为原因和自然因素使许多林地出现了不同程度的水土流失, 已经影响商品林的健康发展。以柑橘林、板栗林和竹林为重点, 系统阐述了浙江省内外水土保持技术的应用情况, 以期找到适宜浙江省商品林的综合水土保持技术, 真正做到寓生态效益于经济效益之中, 使浙江省生态型商品林沿着可持续发展的道路健康发展。参55

关键词: 生态型商品林; 水土流失; 水土保持; 工程技术; 生物技术

中图分类号: S714.7 **文献标识码:** A

浙江省位于中国东南沿海, 土壤多为红壤, 地形以低山丘陵为主。全省海拔 200 m 以上的丘陵山地占总面积的 70.4%, 平原面积 23.2%, 河湖水域 6.4%。属于典型亚热带季风气候区。总的特点是季风交替, 年温适中, 四季分明; 光照较多, 热量较优; 雨量丰富, 空气湿润; 全年无霜期在 230 d 以上^[1,2]。优越的气候和地理条件, 促进了生态型商品经济林的迅速发展, 尤其是柑橘 *Citrus reticulata*、板栗 *Castanea mollissima* 和竹子的种植面积增长最快, 已经成为浙江省农业经济主要支柱。近年来, 随着这 3 种林地的迅速扩大, 为追求高产而进行的人为干扰日趋加强, 林地生态环境恶化和水土流失现象日益严重, 有的甚至失去了应有的生态功能。搞好林地水土保持工作不仅是确保经济林稳产高产的有效措施, 也是保护林地生态环境, 保障浙江省生态型商品经济林可持续发展的关键。

1 水土流失现状及成因

1.1 现状

柑橘为常绿小乔木, 果实为柑果, 形状大小因种类而有不同, 富含水分、糖分和营养物质。我国柑橘栽培具有悠久的历史, 秦汉时代就已有大面积的栽培^[3]。柑橘在我国分布范围很广, 主要产区都在长江以南, 浙江省是最大产区之一, 且多分布在丘陵地区, 2000 年种植面积为 132.9 万 hm^2 , 占浙江省果园总面积的 54.3%, 产量为 212.01 万 t, 居全国第一^[4]。板栗属壳斗科 Fagaceae 栗属 *Castanea* 落叶高大乔木树种, 为中国著名的木本粮食树种, 在我国的栽培利用早在 2 000 a 前即已开始, 树性强健, 是山区重要经济林果树^[3]。果实含有丰富营养物质, 可作副食或代替主食。浙江省为华东重要板栗产区之一, 垂直分布多在海拔 500 m 以下的低山丘陵, 以杭州地区种植面积最多^[1,2]。

收稿日期: 2002-03-05; 修回日期: 2002-05-30

基金项目: “十五”浙江省重点资助项目(011037)

作者简介: 苏增建(1976-), 男, 河南南阳人, 从事水土保持技术研究。

竹林是中国亚热带森林的特色, 尤为浙江省的植被特色, 在全省森林中占有相当重要的地位, 面积为 65.0 万 hm^2 ^[4]。浙江省竹子类型包括热性竹、暖性竹和温性竹类型^[1]。由于毛竹 *Phyllostachys pubescens* 和雷竹 *Phyllostachys praecox* 的经济价值较高, 所以其种植面积不断扩大, 已经成为浙江省竹子产业的支柱林种。

浙江省的柑橘、板栗和竹林大多分布在红壤丘陵山地上, 少数平原地区也有种植, 但所占比例较小。由于年降水量较大且雨季相对集中(春末夏初和秋季), 加上林地经营者为了减少养分竞争, 多采用纯林形式, 尽除地面植被, 导致林地地表裸露面积较大, 形成水土流失, 尤以坡地林严重。对于顺坡种植的果园, 水土流失减少了土壤熟化层的厚度, 果树根系活动受阻, 严重影响果树对土壤养分和水分的利用^[5,6], 而坡地林地中又以幼林地水土流失最为严重。浙江省年流失土壤 7 000 万 t, 其中生态型商品林水土流失有较大份额, 已经影响该省农业经济的发展, 因此进行水土保持已刻不容缓。

1.2 成因

一般来讲, 植被覆盖度低, 土壤侵蚀量就大, 反之则小^[7]。这主要是由于在雨滴的打击下, 裸露地表更易形成击实层而使土壤入渗率减小, 有利于产流, 造成侵蚀, 增加表层土壤砾石的含量, 影响表层土壤的持水能力^[8,9], 进而形成恶性循环。因此, 地表植物中草本植物在提高土壤抗冲刷过程中起着主导作用^[10]。

1.2.1 柑橘林 由于橘园多建在丘陵坡地上, 新建橘园的土壤大多熟化程度不高, 土质板结, 粘重, 瘠薄, 渗水和蓄水能力较差。经营者在造林时为减少养分竞争, 常将地面原有植被除去^[10]。其次, 为了节省投资, 有的经营者并不对橘园进行梯田改造, 只是沿坡在橘树周围修树盘或挖一些鱼鳞坑, 以求拦截雨水。另外, 为了加快土壤熟化速度, 对于幼龄橘园还经常进行翻耕, 特别是在在雨季来临之前常进行松土施肥。这些经营措施导致了橘园的水土流失。

1.2.2 板栗林 板栗属于高大乔木, 根系发达, 本身水土保持功能强, 如板栗园地表径流量和泥沙量均明显低于马尾松 *Pinus massoniana* 林侵蚀地, 为马尾松林地的 10%~20%^[11]。但由于大多经营者造林时希望板栗园能早产丰产, 所以最初造林密度较大, 加上以加速土壤熟化速度为目的的频繁翻耕施肥除草, 致使林地郁闭度高, 地面植被稀少, 易形成地表径流, 造成水土流失。板栗成年后往往要进行间伐, 由于地面缺少植被覆盖, 雨季遭受雨水直接溅蚀的面积增大, 进一步加剧了水土流失^[12,13]。由于种种原因, 浙江省在板栗林水土流失治理方面的研究并不多。

1.2.3 竹林 人为经营活动是造成竹林水土流失的主要原因。正常竹子根系密集发达, 发鞭能力特别强, 网状分布。庞大的根系使之固土能力较强, 同时老鞭腐烂, 使土壤空隙增大吸水量增加, 因此, 竹林在涵养水源、保持水土、调节气候和保护环境等方面都有很强的功能^[14]。一般呈自然生长状态的竹林水土流失并不明显, 仅在土壤较瘠薄的坡地上受雨水侵蚀较严重, 易形成明显的侵蚀沟。水土流失最严重的要属人工经营活动较强的竹林, 多数为郁闭度较高的纯林。在这些林地上, 地表植被很难存活, 长期经营引发了一系列如林分结构稳定性和抗逆性下降、地力衰退等不良后果^[15], 如雷竹的多年连续覆盖, 造成竹林营养生长受阻, 竹鞭由于长期处于覆盖所造成的高温高湿状态而大量死亡, 退笋情况严重, 病竹枯竹数量剧增, 地下鞭衰老, 开花现象严重, 生态功能急剧减弱^[16,17]。又如频繁的垦复等, 使很多毛竹林已不能起到正常的水土保持作用, 加上浙江省雨季较为集中, 林下缺少植被, 最终导致一些竹林由生态林变成了侵蚀林, 不能产生应有的生态效益和经济效益。

2 水土保持理论研究及技术应用现状

2.1 理论研究现状

水土流失是降水对地表土壤的侵蚀作用造成的, 是自然因素和人类活动综合作用的结果^[18]。人为开垦林地, 使土壤侵蚀强度加剧^[19], 对土壤生产力的影响是通过长期效应和短期效应反映出来的。短期效应表现在土壤养分随径流的流失, 长期效应则表现为土壤物理化学性质的退化, 如土层厚度减小, 土壤体积质量、持水能力和入渗能力下降等。短期效应可以通过施有机肥和化肥, 应用灌溉技术, 合理安排轮作等途径来弥补, 而长期效应对土壤物理化学性状造成无法弥补的损失^[20~23]。水土

保持工作多是对以上2种效应进行的。

治理水土流失所运用的技术一般来说分为工程技术和生物技术。工程技术以修筑梯田为主^[24]，水平梯田通常可减少冲刷95%左右^[25]。就目前我国经济发展的实际情况和坡地分布地区的社会经济状况看，修建工程设施，需要的投资较大，有时还得不到保护，因此生物措施是一种控制坡面土壤侵蚀的极其有效的措施。近年来我国学者在这方面已做过大量的工作。黄秉维曾提出：主要采取生物措施，最大限度地提高以一个坡面或小流域为单位的坡地持续生产力^[26]。植被保持水土的效益的研究历来是水土保持研究的一项重要内容。大量的研究表明植物对降雨入渗的影响十分复杂，不同植物的生长过程，不同的土壤水分含量，不同的土地利用情况和不同土质降雨入渗规律均有较大的差异，但稳渗率随植被覆盖度的增加而增加，且表现出明显的线性关系。另外草地和林地由于植物枝叶对雨滴的阻挡和缓冲作用难以形成击实层或者击实层不明显^[27]，对产流起很大的抑制作用。因此地表植被覆盖度的增加，不但可以控制水土流失，而且经济效益也比种植单一经济林种的效益为高，可以使生态环境向良性循环转化^[28]。由于商品林的地表覆盖度远较天然林地低，因此林地的土壤侵蚀模数就比较大。为了达到对陡坡林地的治理，最根本的措施就是最大可能地恢复林下植被。

2.2 技术应用

2.2.1 柑橘林 工程措施：以幼龄橘园为例。目前浙江省橘园进行水土保持应用最多的工程措施就是“坡改梯”，主要是将橘园改造成水平梯田，再采取一些排水和蓄水措施。山地的橘树种植畦如果不水平，则不能停留雨水，易形成径流，冲垮梯壁，所以山地开发时，橘树的种植多数要求开发成水平梯田式，如修等高撩壕种植畦^[29,30]，也有的把坡地果园修成山边沟的种植模式^[31]。

生物措施：生物措施投入相对较少，而产出却相当可观，有些还可一劳永逸，所以比较多地被应用在橘园的水土保持技术中。对橘园（特别是幼龄橘园）进行水土保持时不仅可减少水土流失，还可起到改善土壤肥力，提高土壤熟化程度和改良土壤结构的作用，所以生草栽培和间作是应用最多的生物措施。浙江省夏初暴雨较多。研究表明，暴雨是土壤侵蚀产生的主要自然因素，在暴雨雨滴打击下，土壤结皮的形成严重影响降雨入渗和产流^[32~34]。草被的抗蚀保土机理与林木相似，通过增加地表的覆盖度，减少地表受雨滴的直接溅蚀，网状交错根系增加了土壤的孔隙度，改善土壤结构，提高径流的入渗率，增加土壤含水量，从而减少和减缓了地表径流，起到了固土作用^[28]。

生物措施最重要的是选择正确的间作植物。牧草与其他作物相比，主要特点是种植密度大，在土壤表层内根系发达^[35]，水土保持功能强大，另外生物量也较高，经济效益好。在果园间种牧草时，要对牧草进行综合评价，选择适宜的牧草，合理搭配，优化果草生态结构，并采取合理的种植和管理方式，对牧草的生长量、高度和密度进行适度控制，使果草群落产生良好的生态效应^[36]。如对浙江省砂土橘园进行生草栽培时所选草种应具备的条件是：耐旱、耐瘠能力强，生长速度快，鲜草产量高，种子在6月底7月初成熟，便于留种及自然繁殖，植株高度在60 cm以下，无宿根性，对橘树影响不大，易被化学除草剂杀死，最适宜的草种是马唐 *Digitaria sanguinalis*^[37]。新垦红壤幼龄橘园间作黑麦草 *Lolium perenne* 或紫云英 *Astragalus sinicus*，虽起到改善生态环境的效应，但对夏稍生长具有不良影响，应增加收割次数，以降低草的高度，减少对橘树的遮荫^[38,39]。其他适宜种植的牧草如圆果雀稗 *Paspalum orbiculave*、狼尾草 *pernissetum alopecuroides*、香根草 *Vetivera zizanioides* 等，尤其前2种（2年生）根系网状交错，固土力极强，可作为坡垣种植护坡草，几乎不产生水土流失^[40]。

橘园间作经济作物，既可保持水土又可获得更多的收益，如浙江衢州市新开垦橘园采用间作蒜类来改土^[41]。适合间作的物种有很多，绿肥类分夏季绿肥（豇豆 *Vigna sinensis*、大绿豆 *Phaseolus aureus* 等）和冬季绿肥（紫云英、油菜 *Brassica chinensis* var. *loefera*、白三叶草 *Trifolium repens* 等）。要根据橘园坡度、土质和水土流失等实际情况来确定适宜种植的作物^[40]。绿肥栽培一般在中龄和幼龄橘园进行，坚持“树盘不种，树盘外种植”的原则，树冠接近封行，不宜再种绿肥^[42]。

2.2.2 板栗林 工程措施：主要也是坡地园改成梯地，水平梯田由于土层加厚，含水能力提高，比坡地减少土壤流失量 $37.5 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ ，增加降雨入渗量 $600 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ ^[43]，也有采取以垒树坪或修鱼鳞坑为主来进行水土保持，同样获得了减少水土流失和增产的效果^[44,45]。

生物措施: 间作和混交是板栗园进行水土保持时运用最多的生物措施。以提高土壤肥力、增加收入和促进幼龄板栗早产丰产为目的林粮间作(花生 *Arachis hypogaea* 和蔬菜等矮秆植物)技术, 以耕代抚, 疏松了土壤, 增加了土壤透水保水能力, 在一定程度上起到了水土保持的作用^[49]。但板栗园间作水土保持功能不太强的粮食作物时采用点播方式效果更好, 因为点播对土壤扰动最小, 减少了对土壤中前茬根系的机械破坏, 根系的固土作用得到发挥, 提高了土壤抗蚀性^[47]。另外土壤中的孔隙通道得以保留, 可以有效地减小地表径流^[48, 49]。栗园进行牧草间作时, 除去牧草本身具有的水保功能外, 其枯枝落叶不仅可以拦蓄径流, 又可提高土壤的肥力, 同时地表植被覆盖度的增加, 可以使退化的坡面植被得到恢复; 可收获鲜草 $60 \sim 150 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$, 甚至更多, 在不破坏坡面生态系统养分平衡的条件下, 一部分枯枝落叶可用作燃料, 从而解决了农村的烧柴问题, 一部分可用于喂养牲畜, 另一部分可作为绿肥归还土壤, 以代替无机肥的投入^[50]。但间作草类的研究在浙江省未见报道, 郭晓敏等^[51]人在江西进行的果-草(百喜草 *Paspalum notatum* Flugge)-经济作物模式可以作为借鉴。

板栗园采用混交技术研究在浙江省鲜有报道。赵丰才^[32]在安徽省的研究表明, 栗茶混交不仅经济效益显著, 混交林更有效地滞留降水, 减少雨水直接滴落地面而造成的雨滴溅蚀和过早形成地表径流, 有效地减少了水土流失, 提高了园地的“三保”(保水、保土、保肥)功能, 可以作为浙江省栗园采用混交技术进行水土保持的参考模式。

2.3.3 竹林 工程措施: 坡地竹林的水土流失情况最为严重, 是工程措施应用的主要对象, 但相关的报道并未发现。据作者在“中国竹子之乡”临安调查发现, 仅有少数坡地竹林进行了水土保持工程改造, 即将原有较陡的坡地改造成缓坡, 并修了简易的护坡埂, 依埂种植了一些护埂植物。另外沿坡地原有的侵蚀沟修了排水沟, 雨季时供雨水下流。这些措施在一定程度上起到了减少雨水冲蚀的作用, 但大多数竹林并未进行坡地改造, 只是沿坡造林^[53]。

生物措施: 对于人工经营的竹子纯林, 要恢复其原有的生态效益最重要的应是尽可能地恢复其林下植被。李正才等^[54]的研究表明, 林下植被保存完好的毛竹纯林的物种多样性指数和物种丰富度、均匀度稍高于毛竹混交林, 说明林下植被保存完好的毛竹纯林的系统稳定性(在进行研究阶段)在一定程度上要高于林下植被保存完好的毛竹混交林。这方面的研究目前在浙江省尚未有报道。关于将竹林改造为混交竹林的研究国内报道较多。汤陈琪等^[55]进行的竹阔混交研究表明, 毛竹与泡桐 *Paulownia fortunei* 混交较为适宜。

3 讨论

浙江省柑橘园水土流失治理技术的针对性研究较少, 大多是在橘园丰产技术中加进一些水土保持技术, 也多是为了经济利益的目的, 而且并不系统, 适用性也不强。对于目前柑橘园水土流失的现状亟需提出一套科学的适应性广的综合性水土保持措施。由于柑橘在浙江省的水果产业中占有极其重要的地位, 所以防治橘园水土流失, 为柑橘生长创造良好的生态环境, 保证橘园高产优产尤其显得重要。在柑橘园的水土保持工作中, 应是工程措施与生物措施相结合, 除了橘园的水保措施外, 还应根据橘园情况在丘陵的高处种植灌木和防护林带等植被。

浙江省板栗园的水土保持研究较少。经营者重收益, 没有为板栗创造良好的生境是栗园水土流失的根源。政府缺乏投入也是一方面的原因。为保证板栗种植业的健康持续发展, 应尽早对栗园水土流失状况展开研究, 并借鉴国内外的技术措施, 根据浙江省栗园现状提出一套切实可行的适合浙江实际的综合的水土保持措施, 以改善板栗园的生态环境, 为板栗产业的发展打下坚实的生态基础。

竹子产业在浙江省的农业经济中占有重要的地位, 大多是当地的农业经济支柱产业, 其水土保持应始终坚持生态经济原则, 即要在进行水土保持的同时又不影响经营者正常的收益, 以最小的投入获得最佳的效果。这就要以调整竹林结构为中心, 强化土壤管理, 保持地力, 科学经营, 合理利用, 提高效益, 建立良性循环的竹林生态系统。对竹林有害的经营模式尽可能用其他科学的方法代替。对于竹林早笋技术(覆盖), 一方面规范经营者的操作, 另一方面应寻求用生物技术(如生草栽培等)来代替对竹林有害的覆盖技术, 使竹林可持续利用。

这3种林地的综合治理是一项复杂的生态工程,在种类选择和经营方向上要始终坚持生态学和经济原理,建立以这3种林种为主,其他生物种群为辅的多元结构体,真正做到寓生态效益于经济效益之中。在复合经营的种类选择和经营措施及技术方法上必须以不妨碍经济生产、维护地力、保护环境和可持续发展为原则。

参考文献:

- [1] 浙江森林编辑委员会. 浙江森林[M]. 北京: 中国林业出版社, 1984.
- [2] 叶仲节, 柴锡周. 浙江林业土壤[M]. 杭州: 浙江科学技术出版社, 1986.
- [3] 俞德浚. 中国果树分类学[M]. 北京: 农业出版社, 1982.
- [4] 中国农业年鉴编辑委员会. 中国农业年鉴(2000)[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000.
- [5] Langdale G W, Box J E, Leonard R A. Com yield reduction on eroded southern Piedmont soils [J]. *J Soil and Water Conserv*, 1979, **34**: 225—228.
- [6] Becher H H, Schwertmann U, Stürner H. Crop yield reduction due to reduced plant available water caused by water erosion [A]. El-swaify S A, Moldenhauer W C. *Soil Erosion and Conservation* [C]. Ankeny: SCSA, 1985. 365—375.
- [7] 石青, 陈渠昌. 镶黄旗水土流失综合治理模式初探[J]. 水土保持研究, 1998, **5**(3): 115—121.
- [8] Lal R. Soil erosion and its relation to productivity in tropical soils [A]. El-swaify S A, Moldenhauer W C. *Soil Erosion and Conservation* [C]. Ankeny: SCSA, 1985. 237—247.
- [9] Lal R. Soil erosion problem on alfisol in western Nigeria: effects of erosion on experimental plots [J]. *Gelderna*, 1981, **25**: 215—230.
- [10] 吴钦孝, 赵鸿雁. 森林枯枝落叶层涵养水源保持水土的作用评价[J]. 土壤侵蚀与水土保持学报, 1998, **4**(2): 21—28.
- [11] 刘腾火. 水土流失区板栗丰产栽培技术研究[J]. 中国果树, 1996, (3): 33—35.
- [12] 彭方仁, 王良桂. 板栗树不同密度林分的生长发育与生物生产力[J]. 经济林研究, 1998, **16**(3): 12—16.
- [13] 邓玉林, 陈继, 李流恩. 板栗丰产栽培技术综述[J]. 经济林研究, 1998, **16**(3): 53—54.
- [14] 林业部林业区划办公室, 林业部中南调查规划设计院, 中国毛竹区划协作组. 中国毛竹生态经济区划与发展战略研究[M]. 北京: 中国林业出版社, 1991. 14—15.
- [15] 陈存及, 董建文, 江其祥. 福建毛竹低产林成因、类型及改造[J]. 福建林学院学报, 1994, **14**(4): 366—370.
- [16] 周国模, 金爱武, 郑炳松. 雷竹保护地栽培林分立竹结构的初步研究[J]. 浙江林学院学报, 1998, **15**(2): 111—115.
- [17] 田关森. 早园竹林地覆盖有讲究[J]. 浙江林业, 2000, (6): 26—27.
- [18] 王协康, 方铎. 植被措施控制水土流失机理及其效益研究[J]. 四川大学学报(工程科学版), 2000, **32**(2): 13—16.
- [19] 史衍玺. 林地开垦加速土壤侵蚀下土壤养分退化的研究[J]. 土壤侵蚀与水土保持学报, 1996, **2**(4): 25—33.
- [20] 张兴昌, 邵明安. 侵蚀条件下土壤N素流失对土壤和环境的影响[J]. 土壤与环境, 2000, **9**(3): 249—252.
- [21] Engelstad O P, Shader W D, Dumenil L C. The effects of surface soil thickness on corn yields: as determined by a series of field experiments in farmer operation [J]. *Soil Sci Soc Am J*, 1961, **25**: 494—497.
- [22] Frye W W, Ebelhar S A, Murdock L W, et al. Soil erosion effects on properties and productivity of two Kentucky soils [J]. *Soil Sci Soc Am J*, 1985, **46**: 1 051—1 055.
- [23] Bramble B M, Fosberg M A, Walker D J, et al. Changes in soil productivity related to Changing topsoil depths on two Idaho Palouse soil [A]. [A]. *Erosion and Soil Productivity* [C]. Michigan: USA ASAE Public, 1985. 18—27.
- [24] 周岳良, 季凤凌. 山地果园标准化水平梯地修筑技术[J]. 中国南方果树, 1998, **27**(6): 10—11.
- [25] 付会芳. 黄土高原水土流失及其防治措施[J]. 水土保持研究, 1997, **4**(1): 161—165.
- [26] 黄秉维. 再论华南坡地利用与改良[A]. 黄秉维: 黄秉维文集[C]. 北京: 科学出版社, 1993.
- [27] 周国逸, 潘淮倩. 林地土壤的降雨入渗规律研究[J]. 水土保持学报, 1990, **4**(2): 19—84.
- [28] 王喜龙, 蔡强国. 生物措施控制坡地土壤侵蚀的原因及效用分析[J]. 干旱区研究, 1999, **16**(4): 37—42.
- [29] 张江保, 陈建民. 丘陵红壤开发橘园综合水土保持技术[J]. 浙江柑桔, 1999, **16**(2): 9—10.
- [30] 顾振蕙, 张贵平, 钱长发. 红壤低丘岗地橘园开“竹节沟”和覆盖保水节水研究[J]. 浙江柑桔, 1999, **16**(2): 9—10.
- [31] 阮伏水, 周付建. 坡地果园开发水土保持新模式[J]. 农村生态环境, 1995, **11**(2): 7—10, 14.
- [32] Agassi M, Shainberg I, Morin J. Effect of electrolyte concentration and soil sodicity on the infiltration rate and crust formation [J]. *Soil Sci Soc Am J*, 1981, **45**: 848—851.
- [33] Agassi M, Morin J, Shainberg I. Effect of drop impact energy and water salinity rate of sodic soils [J]. *Soil Sci Soc Am J*, 1985, **49**: 186—189.
- [34] McIntire D S. Soil splash and formation of surface crust by raindrop impact [J]. *Soil Sci Soc Am J*, 1985, **85**: 261—266.
- [35] 吴发启, 贾锐鱼. 耕作活动对坡耕地径流及产沙的影响[J]. 西北林学院学报, 1998, **13**(2): 20—25.
- [36] 章家恩, 段舜山. 赤红壤坡地幼龄果园间种不同牧草的生态环境效果[J]. 土壤与环境, 2000, **9**(1): 42—44.
- [37] 吴炳龙, 丁传恭. 沙土幼龄橘园生草栽培技术与效果[J]. 浙江柑桔, 1998, **15**(4): 17—19.

- [38] 吴建军 严力蛟. 橘园间作牧草的生态效益及其管理技术[J]. 农村生态环境, 1996, 12(2): 54—57.
- [39] 汤镜秋 杨羊根. 橘园间套黑麦草-大绿豆若干效益的研究[J]. 草业科学, 10(4): 36—38.
- [40] 谢福鑫 吴瑞东. 山地果园套种绿肥、牧草效益初探[J]. 浙江柑桔, 1992, 9(1): 31—32.
- [41] 张百寿 刘春荣. 低丘红壤幼齿橘园间作“云顶早”蒜及其改土效应[J]. 农业科技通讯, 1995, (9): 24—24.
- [42] 黄水杨. 山地柑橘绿肥栽培技术[J]. 中国南方果树, 1998, 27(4): 22—23.
- [43] 刘平, 陈龙江. 广东省典型水土流失区不同植被措施的减水减沙效益分析——以石马河小流域为例[J]. 水土保持通报, 2000, 20(4): 60—62.
- [44] 肖正东 宣善平. 板栗低产林改造技术[J]. 经济林研究, 1995, 13(1): 29—31.
- [45] 邱益三 于树璋. 江浦胡桥老栗园低产原因的分析及其改造措施[J]. 南京农专学报, 1995, 11(4): 1—5.
- [46] 左干国 钟少伟, 谭国祥. 板栗幼林丰产试验[J]. 经济林研究, 1996, 14(2): 27—29.
- [47] M J 柯克比, R P C 摩根. 土壤侵蚀[M]. 王礼先, 译. 北京: 水利电力出版社, 1987.
- [48] 辛树帜 蒋德麒. 中国水土保持概论[M]. 北京: 农业出版社, 1982. 26—82.
- [49] 中野秀幸. 森林水文学[M]. 李云森, 译. 北京: 中国林业出版社, 1983. 13—21.
- [50] 高维森. 香根草引种试验初报[J]. 中国水土保持, 1991, (2): 29—31.
- [51] 郭晓敏 牛德奎. 赣南水土保持型果业发展模式探讨[J]. 水土保持研究, 2000, 7(3): 187—189, 218.
- [52] 赵丰才. 栗茶混交园综合经营效益的研究[J]. 经济林研究, 1996, 14(3): 64—66.
- [53] 余树全 姜春前, 苏增建. 雷竹林水土流失现状及对策研究[J]. 现代生态农业, 2001, (3): 134—137.
- [54] 李正才 李玉红. 两种不同类型毛竹林群落特征的研究[J]. 竹子研究汇刊, 2001, 20(1): 45—49.
- [55] 汤陈琪 周善财. 毛竹与泡桐混交造林的探讨[J]. 中国林副特产, 1995, (4): 23—23.

Review of water and soil conservation technology on commercial forest of ecotype in Zhejiang

SU Zeng-jian¹, YU Shu-quan², ZHOU Guo-mo²

(1. Institute of Forestry, Sichuan Agriculture University, Ya'an 625014, Sichuan, China; 2. Faculty of Life Science, Zhejiang Forestry College, Lin'an 311300, Zhejiang, China)

Abstract: The climate condition is ascendant and the resource of cash forest is abundant, especially the development of typical commerce forest is very rapid recently in Zhejiang Province. But the phenomena of water and soil losses come forth in different degree because of man-made and nature reasons, which has affected the healthy development of commercial forest. *Citrus* forest, *Castanea mollissima* forest and bamboo forest being as emphasis, the application of water and soil conservation technology in Zhejiang Province was reviewed to find a synthetical technology for commercial forest which can contain ecological benefit of economic benefit in deed and make typical commerce forest develop healthily along continuable way in Zhejiang Province.

Key words: typical commerce forest; water and soil loss; water and soil conservation; engineering technology; biotechnology