

# 小流域水土保持生态科技园设计 ——以四川省遂宁市百佛寺支流域为例

李昌志<sup>1</sup>, 曹叔尤<sup>2</sup>, 王兆印<sup>1</sup>, 刘兴年<sup>2</sup>, 雷孝章<sup>2</sup>

(1. 清华大学 水利系, 北京 100084; 2. 四川大学 高速水力学国家重点实验室, 四川 成都 610065)

**摘要:** 介绍了四川省遂宁市百佛寺支流域的自然条件和社会经济状况, 分析了该支流域在土地利用、农村产业结构、提高居民生活水平以及水土保持生态环境建设中存在的问题。在此基础上, 进行了该支流域的水土保持生态科技园的设计。设计中, 将生态环境建设、流域经济发展和水土保持新技术的应用作为重要目标, 发展立体农业, 建立和完善坡面水系, 开发绿色产业和近郊旅游作为设计的重要内容。此项设计力图川中丘陵区类似小流域的水土保持生态环境建设和可持续发展建立示范。

**关键词:** 百佛寺支流域; 水土保持; 生态科技园; 设计

文献标识码: B

文章编号: 1000—288X (2004) 04—0023—04

中图分类号: S157

## Design of Eco-technology Garden Based on Soil and Water Conservation in Small Watersheds

—A Case in Baife Temple Branch, Suining City, Sichuan Province

LI Chang-zhi<sup>1</sup>, CAO Shu-you<sup>2</sup>, WANG Zhao-yin<sup>1</sup>, LU Xing-nian<sup>2</sup>, LEI Xiao-zhang<sup>2</sup>

(1. Department of Hydraulics, Qinghua University, Beijing 100083, China;

2. State Key Hydraulics Laboratory of High Speed Flow, Sichuan University, Chengdu 610065, Sichuan Province, China)

**Abstract:** Natural and social-economic conditions of the Baife Temple Branch in Suining City, Sichuan Province are presented, and problems of land use, industrialization, living standards and soil and water conservation are analyzed. Eco-technology gardens based on soil and water conservation have been designed. Eco-environmental construction, economic development and the application of new technology for soil and water conservation have been the intention. Sustainable agriculture, slope hydrology, establishment of green industry and tourism are the main components that have received consideration. This design study attempts to establish an example for the construction of soil and water conservation and sustainable development systems in similar watersheds in the region.

**Keywords:** Baife Temple Branch; soil and water conservation; eco-technology garden; design

### 1 概况

百佛寺支流域生态工程是遂宁市市中区 2001 年确定的重点工程之一, 将于 2002—2004 年实施。该流域位于遂宁市市中区, 四川盆地腹心地带, 地处遂宁城乡结合的南强镇附近, 总面积 3 025 hm<sup>2</sup>。地理位置为东经 105°04′22″—105°45′58″, 北纬 30°10′50″—30°39′25″。支流域多年平均降雨量 993.3 mm, 降雨年内分配不均, 冬半年 (11 月—翌年 4 月) 为 188.8 mm, 占年降雨量 19.0%, 夏半年 (5—10 月) 为 804.5 mm, 占年降雨的 81.0%。年平均气温 17.4℃。多年平均

日照时数为 333.4 h。地势西南高、东北低, 地面波状起伏, 山丘林立, 槽沟棋布, 地貌为中、浅丘地貌。流域耕地面积为 1 947.4 hm<sup>2</sup>, 大多为坡耕地。土壤主要为紫色土, 养分充足, 利于农作物的生长; 另有少量的冲击横槽土和冲击黄壤, 质地以壤土、沙土居多, 黏土次之, 属酸性土壤, 土壤的有机质和速效 N、P、K 含量偏低, 加之该类土壤的排水性能差, 因此农作物和经济果木生长差, 产量低。区内曾是林木葱郁、群山积翠、桑柏连阡的农区, 具有青山绿水交相辉映的田园风光, 林草覆盖率较高。因人口迅速增长、生产活动频繁、毁林开荒等原因, 森林资源受到严重破坏, 现在,

收稿日期: 2003-03-06

资助项目: 国家自然科学基金项目 (50279024); 国家自然科学基金群体创新项目 (50221903)

作者简介: 李昌志 (1971—), 男 (汉族), 重庆人, 博士后。主要从事水力学及河流动力学、GIS、水土保持研究研究工作。电话 (010) 62788787,

E-mail: lichangzhi@tsinghua.edu.cn

树林覆盖率只有 7.6%。此外,水土流失也比较严重。据 1999 年调查显示,现有水土流失面积 1967 hm<sup>2</sup>,占流域总面积的 65%。其中,轻度流失面积 216.4 hm<sup>2</sup>,占流失面积的 11%,中度流失面积 708.13 hm<sup>2</sup>,占流失面积的 36%,强度流失面积 924.47 hm<sup>2</sup>,占流失面积的 47%,极强度流失面积 118 hm<sup>2</sup>,占流失面积的 6%,年泥沙流失总量为 1.02 × 10<sup>5</sup> t,年均土壤侵蚀模数达 5182 t/km<sup>2</sup>,整体上为强度侵蚀。

区内总人口 19 041 人,人口密度为 629 人/km<sup>2</sup>。其中农业人口 18 846 人,农业人口密度为 623 人/km<sup>2</sup>,均超过川中丘陵区平均数。因此,区内人口荷载很重。从各种数据综合分析知道,区内光照充足,水热条件较好,主要土壤为紫色土,养分丰富,又地处城乡交接地带,具有较好的区位优势。

但是该流域目前仍存在以下问题:土地利用结构有待改进。种植业是支柱产业,面积占总面积的 64.38%,现在尚在耕作的很多陡坡地应当退耕还林。林地和草地面积只有 784.6 hm<sup>2</sup>,占总面积的 25.94%,但林地只有 83.33 hm<sup>2</sup>,且绝大部分树林为成熟期长、经济价值不高的低效林,林木质量差,市场前景不佳。农业产业结构不尽合理。实际上,最主要的产品是传统种植业产品,如稻谷、小麦、玉米、马铃薯、高粱、海椒、豆类等,但由于周围地区多产这些农产品,外销市场不好,产品附加值低,不能给当地居民带来很好的经济效益。产业结构单一,基础脆弱。区内除主要靠天收成的种植业外,几乎没有什么副业。区内只有鱼种站向市场提供一些普通的鱼类,其它地方没有稻田和鱼塘养鱼,经济果木有核桃、桃、李、杏、梅等,但分布面积和产量很小。这样,一旦遇到干旱等自然灾害,区内就会严重受害。流域内水利基础薄弱,坡面水系也常常无法正常运行,导致坡地少雨时节受到干旱,多雨时节因排水不畅而受到侵蚀,产生严重的水土流失。水土流失严重,生态环境脆弱。区内林草覆盖率低,地形破碎,地面坡度大,岩性松软,易于风化,抗蚀力低,蓄水保土能力弱,降雨集中,侵蚀严重。人口密度大,农业基础薄弱,以传统种植业为主,植被稀少,故生态环境脆弱。简言之,该流域的情况是自然条件较好,人口荷载重,以传统种植业为主,产业结构单一、水土流失严重。本设计的主要目标是,充分利用当地自然条件,优化产业结构,改善居民生活,加强生态环境建设,实现可持续发展。

## 2 水土保持生态科技园设计

根据以上所述情况,为实现发展经济、保护环境的目标,在设计中首先进行了功能区的划分,然后在

各功能区中加强了近郊旅游、开发绿色产业、发展立体农业、建立和完善坡面水系的设计,以优化和调整土地利用结构和农村的产业结构,控制水土流失,保护生态环境。

### 2.1 支流域功能分区

在本设计中,将支流域分成 2 个大区,以便充分发挥支流域的区位优势和利用当地的自然条件,因地制宜地采取治理措施,其一是与遂宁市城区临近的城郊结合型生态农业观光区(I区),为城市居民提供一个集生态建设、旅游观光和休闲娱乐于一体的示范园;其二是水土保持生态环境建设区(II区),目的是控制水土流失,恢复生态环境,发展地区产业链。

2.1.1 城郊结合型生态农业观光区 由于该区临近遂宁市,地处城乡交接处,每逢节假日,有不少遂宁市市民到这里游玩,已具备了一定的基础,故可适当开发近郊旅游。设计中充分考虑了这一因素。首先进行了土地利用结构调整。观光区内以营建水土保持风景林为主,同时发展经济林。对水田,结合水土保持拦蓄工程、稻田养鱼工程 120 hm<sup>2</sup>,在尽量减少泥沙下河的基础上,发展特色养殖业,促进农村产业结构调整;在梯坪地(122.19 hm<sup>2</sup>)发展立体产业,实行麦+经济植物或经济林模式,选择花期相互错开的树种,如腊梅、桃树、荷花、桂花、菊花或海棠、日本樱花、梨和茶花相互配合,以形成独特的景观。对于坡耕地,在培育地力的基础上,发展经济果木林,尤其是名优特品种或中、晚熟品种。对冲积黄壤区的长岭坡,发展耐酸性的枣,以中晚熟和干、鲜食品种为主,如梨枣、大雪枣、灰枣和冬枣;对于紫色土区,发展春观花、夏尝果、秋观叶的经济果木,早、中、晚熟的桃,如中华寿桃、红雪桃、砂子早生、北京 27、油桃等品种。早、晚熟的梨,如绿宝石梨、丰水梨、黄花梨和美国红皮梨等品种。

为此,根据当地的气象条件和林木生长特性,设计中进行了林分结构调整,增加水土保持风景林的比重。在凤凰山、百佛寺、长岭坡的山脊营建风景林,即凤凰山、长岭坡的山坡和山脊,营建楠木、樟木为主的阔叶树种,并搭配一些观叶树种,林下种植菊花或茶花,形成错落有致的立体林地景观,便于林下形成栖息地,供人们野营或林下休闲;在山顶营建榕树林,如大叶榕、小叶榕,作为该区生态旅游的标志,便于吸引游客。在百佛寺,结合佛教文化,建议政府重修百佛寺,并在寺的四周营建柏木、樟木和楠木林,并间种一些观花树种,如海棠、日本樱花和桂花,形成四季都可赏花的景观。在鱼种站的鱼池周围营建垂柳、枫杨等乔木树种,形成蔽荫区,鱼池中或靠近公路与游道的水田种植莲藕,开发立体水域,既可美化田园风光,又

可充分利用有限土地资源,促进农民增收致富;在鱼种场四周,营建观赏休闲林,林下种植耐践踏的草。

因此,在此区重点为设计了凤凰山、鱼种站、百佛寺以及长岭坡等景点,景点间拟建和扩建公路,并在这些景点安排了休憩亭、观赏林、停车场等设施。此外,还准备在北部建设高科技农业园区,主要划分为3个小区,集中成片地发展药用植物和经济林果,以形成绿色产业。

**2.1.2 水土保持生态环境建设区** 在城郊结合型生态农业观光区之外,规划设计为水土保持生态环境建设区。在此区,也是先进行农业和林业的土地利用调整。进行农业用地调整时,总要求是在满足农村人口增长和居民基本生活水平的前提下,大力发展立体农业,提高复种指数、地表覆盖率和覆盖时间,以减少土壤侵蚀。根据土层厚度、坡度及灌溉等条件,调整农业用地。对于水田,仍按照稻—麦或稻—油模式种植;对于土层厚度大于50cm的坡地,坡度小于2°无明显侵蚀的梯坪地和坡度在2°~6°的轻度侵蚀区实施保土耕作,并发展立体产业,实行麦+经济植物或经济林模式;对于6°~15°的旱地,土层较厚的调整为保土耕作,并将集中成片,离居民住房近,且有利于灌溉的土地坡改梯;其余坡度>25°的坡地作为经济植物和经济果木林种植基地,以提高农民收入,保持水土,促进生态环境的良性循环。

在此过程中,调整林分结构,设计中增加了水土保持防护林体系的比重,使防护林面积达934.70hm<sup>2</sup>,其中水保用材林686.20hm<sup>2</sup>,水库拦淤林10hm<sup>2</sup>,防蚀薪炭林42hm<sup>2</sup>,护渠(路)林15hm<sup>2</sup>,护宅林16.40hm<sup>2</sup>,营造经果林375.60hm<sup>2</sup>,经济植物258.53hm<sup>2</sup>,苗圃20hm<sup>2</sup>。这样,工程实施完成以后,该支流域的林草覆盖率将达到38%。

## 2.2 水土保持措施总体布局及配置

总体布局的目的是恢复生态,改良环境,发展区域产业链和为城市居民提供一个集生态观光和水土保持生态环境建设为一体的示范园区。该措施布局的指导思想是以小流域为单元,结合区域经济发展和农村产业结构发展需要,发展观光农业和建设经果林基地,使土地利用结构更趋合理,农村产业结构符合经济发展要求。在改善生态环境的同时,提高农村经济收入和农民生活水平。根据土地利用规划和农村产业结构发展需要,在保持农村经济持续发展的基础上,合理布置各种治理措施,使生态环境进一步改善。

**2.2.1 梯田布设** 布设梯田是截短坡长,改善地形,拦蓄径流,防止地表冲刷,减少水土流失,改善土壤理化性能,提高地力和增产增收。根据该区的自然和经

济发展要求,选择坡度在6°~15°;土壤侵蚀程度为中度侵蚀,水源及交通条件较好的区域,新修建梯田295.07hm<sup>2</sup>。要求梯田有一定的规模,集中连片;沿等高线成长条状布设,对于坡沟交错面大,地形较破碎的坡面,田块布设做到大弯就势,小弯取直;与水系、道路相结合,配置适当规模和尺寸的截水沟、排水沟和蓄水池。

**2.2.2 水土保持林体系配置** 以小流域为单元,从丘顶到丘麓及流域出口,营建水土保持林系统,结合坡面水系整治工程体系,形成点、线、面的水土保持林体系网络。配置了丘顶水保薪炭—防蚀风景林、丘坡水保用材滞流防蚀风景林、丘麓(脚)水土保持经济果木饲料兼用林以及农田防护林网等。

**2.2.3 水土保持经果林配置** 这是绿色产业中的最主要部分。根据该区的自然条件和国家在四川中药材发展规划,有发展前景的经果林分2大类,(1)经济果木林,以发展立体农业为主。冲击土区,发展梨枣、大雪枣、灰枣和冬枣;紫色土区,发展春观花、夏尝果、秋观叶的经济果木,早、中、晚熟的桃,如中华寿桃、红雪桃、砂子早生、北京27、油桃等品种;早、中、晚熟的梨,如绿宝石梨、丰水梨、黄花梨和美国红皮梨等品种。(2)经济植物,药用植物发展白芷和川明参,经济植物为桑、元宝枫,同时发展林药复合经营模式;以柏木—栝楼,柏木—沙参为主要经营模式。

**2.2.4 保土耕作** 根据区内农业发展的具体要求,改变耕作方式,采用等高耕作等保土耕作方式,以截断地表径流过程,增加土壤入渗能力;或采用条田耕作方式,在条埂(沟)种植矮化的经济果木,形成生物绿篱,减轻水土流失,提高土壤肥力。保土耕作布设在2°~6°的轻度侵蚀区和6°~15°的部分中度侵蚀区,要求耕作方式为等高耕作或条田配置,并与等高线呈1%~2%的比降,以适当排水,防止土壤冲刷。采用立体农业模式经营,间作经济林,发展名优特新品种,如中华寿桃、红雪桃、砂子早生、北京27、油桃等品种;早、晚熟的梨,如绿宝石梨、丰水梨、黄花梨和美国红皮梨等品种,使雨季作物平均覆盖率达到75%,主要作物地块覆盖率达到85%以上,同时营造良好的田园风景。

**2.2.5 坡面水系配置** 根据流域降水特征和土地利用状况,按照沙不出沟、水不乱流、降雨径流就地拦蓄的原则,从丘顶到丘麓及流域出口的每一个小支流配置坡面水系工程,修建截水沟、集水沟和蓄水池,并且在蓄水池的下方布设节水灌溉设施,以节约用水提高经济作物和粮食产量。设计中的部分坡面水系布设如图1所示。

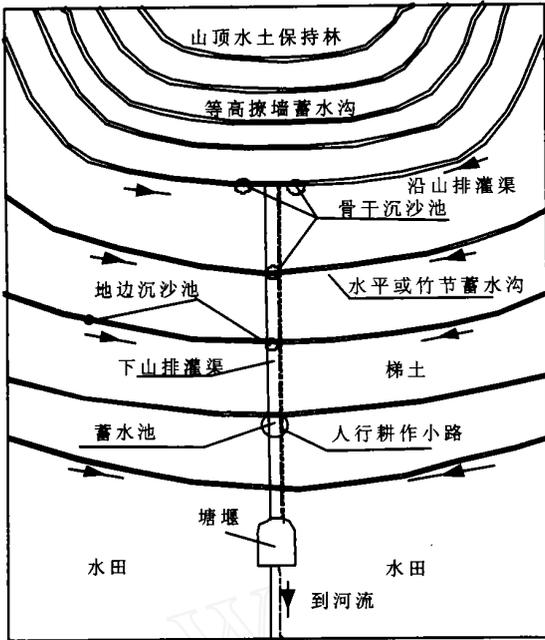


图1 坡面水系整体布设、蓄水池和沉沙池设计

截水沟沿等高线配置,比降为 $1\% \sim 2\%$ ,据地形、土地利用和农作物用水需求,沿程设计沉沙函及小水窖,便于就地分散径流,调节用水。沿小流域的排水系统,修建集水沟,根据流域面积大小,设置相应尺度的蓄水池体系,并沿程设计沉沙函,减少入池泥沙,最大程度地发挥蓄水池的生态经济效益。蓄水池布设在坡面汇流的低凹处,与排水沟、沉沙函形成水系网络,以满足农林用水,对流域中下部的蓄水池,可发展水产养殖。对集水沟和蓄水池,按10a一遇24h最大暴雨形式,在多雨季节采用少蓄多排方式,少雨季节采用多蓄少排的方式调节转换降雨径流,使水资源得到充分利用。经计算在坡面排灌系统中,应修建排灌沟渠101 km,沉沙函2920个,蓄水池窖338口,整治堰埝96座。节水排灌设施的布设,节水灌溉设施的布设是为了充分利用水资源,提高水的利用率和利用效率,达到农作物和经济果木林高产高效而采取的技术措施,它是由水资源、工程、农业、管理等环节的节水技术措施组成的综合体系。

另外,嘉陵江一级支流涪江从北向南流,集城市饮用水、发电、灌溉于一体的南北堰横贯全境。根据该区的的水资源状况、地形和农村产业结构发展的要求,结合坡面水系整治工程,布设节水灌溉设施。南北堰横贯整个流域,流域的西北部比南北堰低,可以自流灌溉,故在该区每个山顶修蓄水池,布设固定式喷灌系统,沿山脊布设干管,沿等高线布设喷灌支管,支管

间的间距根据水头的沿程变化而定,喷头间的间距应满足洒水均匀的要求。流域的东南部比南北堰高,需修建有压灌溉系统,将水提灌到大树湾水库,从大树湾到潭家湾修一条干管,垂直于等高线布设支管,在支管上沿平行于等高线的方向布设多孔式微灌带;对于经济林,每2行布一带。以节约用水,提高农作物和经济果木的产量,增加农村收入,改善生态环境。

### 2.3 效益分析

设计方案的实施,会产生巨大的经济效益分析,使单位面积增加产值 $1.33 \times 10^5$ 元/hm<sup>2</sup>。生态效益也是显著的,经过治理,流域内的林草覆盖率由治理前的7.60%增加到38%,土壤流失量减少87.90%,年均土壤侵蚀模数降为 $1544$  t/km<sup>2</sup>,规划区的土壤侵蚀程度由强度侵蚀降为轻度侵蚀,生态环境趋于良性循环,改善了治理区的农田小气候和农业生产条件,从而推动了农业生产向高效、优质和生态型发展,更好地维持生态平衡。同时,也会带来巨大的社会效益,使土地利用结构更加合理,农村产业结构趋于更加合理,土地生产潜力得到充分发挥,规划区的农业必将有一个大发展,而且农产品的商品化程度也将大大提高,群众的生活、生产条件将大为改善。

## 3 结 语

水土保持生态设计中,以小流域为基本生态经济单元,根据现实的自然与社会经济条件及其发展趋势预测确定社会需求和经济目标,充分考虑当地的土地资源潜力和适宜性特点,合理调整与优化土地利用结构和农村产业结构,并运用生态学原理,进行土地系统的生态设计,是非常重要的。在本设计中,根据百佛寺支流域的自然条件和社会经济情况,因地制宜,设计了立体农业、近郊旅游、绿色产业开发、坡面水系等内容,将水土保持生态环境建设工作与社会经济发展结合起来,以实现流域的可持续发展。效益分析结果表明,工程的实施,将会给当地带来巨大的经济效益、社会效益和生态效益。

此外,流域水土保持生态科技园设计是一个综合工程,在充分认识当地自然和社会经济各方面情况的基础上,也应当选用多种方式进行。水土保持信息以多学科为依据,融合自然地理学、植物学、土壤学、工程设计、计算机科学等学科于一体。本设计中,运用了GIS、CAD等技术,有助于信息的存储管理与表达,并采用定性和定量相互结合的分析处理方法,不但能快速进行流域内各种要素的分析,指导水土保持设计工作,而且能提供更丰富、更直观的辅助决策信息,大大提高设计的质量和效率。