

试验研究

河堤林带防治河坡水土流失及其效益研究

王 剑 蒋璘曾 黄存白

(江苏省沿海水利科学研究所·东台市·224200)

摘 要 在沿海沙土区,利用林木防治河、沟、渠系的堤面、坡面、青坎的水土流失,具有明显的水土保持效益,河沟坡面年土壤平均流失厚度可减少 13.5~16.6mm。在生态环境方面,可减弱风速 74.2%~83.5%,减少蒸发 30.3%~33.1%,土壤有机质增加 0.4g/kg~12.8g/kg,盐分下降 30.4%~40.8%。河堤林带的益本比经济效益(E)为 5.5,即 $E > 1$ 。

关键词 河堤林带 水土保持 护坡效益

Prevention and Control of Soil and Water Loss on River Slope and Benefits of River Embankment Forestbelt

Wang Jian Jiang Zanzeng Huang Cunbai

(Coastal Hydrotechnic Research Institute of Jiangsu Province, 224200, Dongtai Municipality)

Abstract In the area of coastal sand soil, It has a obvious benefits of using forest to prevent and control the soil and water loss on embankment surface of river, gully, and irrigation canal. The average annual thickness of soil loss may be reduced by 13.5~16.6mm. In the respect of ecoenvironment, the wind velocity may be weakened by 74.2%~83.5%, the evaporation decreased by 30.3%~33.1%, the organic substance of slope soil increased by 0.4~2.8g/kg, and the salt content decreased by 30.4%~40.8%. The ratio between benefit and cost, namely, the economical benefit (E) is 5.5, that is to say that $E > 1$.

Key words forestbelt of river embankment; soil and water conservation; benefits of slope protection

江苏沿海沙土区总面积 $2.18 \times 10^4 \text{ km}^2$, 隶属南通、盐城、连云港 3 市的 14 个县(市)区。境内以平原为主,地势平坦,河网密布,大、中、小一套沟较完善,包括自然河流在内,在正常中水位以上的河沟坡和青坎圩堤约有 700 km^2 , 即 7 万 hm^2 的河堤坡地。如何营造河堤林带,以及河坡植被化,不仅是利用土壤资源,增加经济效益,更重要的是保土护坡,减少水旱、风沙灾害,增强防护能力。因此,“林随水走”,林水相依,方可以水兴农,它直接关系到农田排灌和农业生产的发展。

1 研究方法

1.1 防护材料

在东台、大丰、建湖等地,采取乔、灌、草、藤相结合的多层次、多用途生物体系,进行水土保

持,取得了良好效果。因沿海沙土区土壤矿化度较高,宜栽种耐盐碱而速生的树种,具体生物材料有下列:

- (1)普通水保林:刺槐、榆树、槐树、水杉、苦楝、杨树等;
- (2)经济乔木林:石榴、柿子、梨、枣树、杜仲、银杏;
- (3)经济灌木:湖桑、玫瑰、无花果、杞柳、紫穗槐;
- (4)草本植物:金针菜、草莓、茭瓜、黑牧草、苏丹草、芦竹、紫花苜蓿;
- (5)藤本植物:葡萄、金银花、猕猴桃、葛藤。

1.2 治理层次与模式

1.2.1 河段防护层次

- (1)堤顶:普遍栽防护用材林,因乔木高大,有防风固堤作用;
- (2)堤坡:乔木与灌木沿等高隔行混交栽植,或单栽灌木,以固土护坡为目的;
- (3)背坎:有栽防护用材林,也有栽湖桑及经济果林,既可固土,又增加经济收入;
- (4)河坡:一般栽保土护坡的经济灌木,如杞柳、紫穗槐等,沿等高栽植,行距稍大,株距紧密,也有植芦竹、经济牧草或自然生长杂草;
- (5)水边:栽植防浪护坡水生植物带,如植 2m 以上宽的芦苇,也有混栽柳树和芦苇;
- (6)水下:为防止船行波浪蚀,在河段水下载茭瓜、水菹菜等。

1.2.2 河坡植被模式

(1)阶梯式:沿坎边植果林带,河沟坡等高种植灌木、经济牧草,水边植茭瓜或水菹菜。这种模式已将整个河坡全部布满,因植物有固土和缓冲降雨对坡面溅蚀的作用,可保持水土。

(2)夹种式:坎边以上林木行间夹金针菜或果林行间夹草莓,坡面植牧草。因果树遮坡面较大,加之草莓根系发达,其稠密的根部和果树遮坡可固土抗冲。

(3)纯作式:纯作坡搞了 3 个试区。经济生物品种有草莓、无花果、金针菜。坡地茂盛的经济植物,可改变雨水降落的方式,降低径流速度和产流时间,防止径流对土壤的冲刷。

(4)遮盖式:在沟坡两侧栽葡萄,并埋设柱子,在柱的侧面和顶部布设铁丝网,葡萄藤爬满沟坡柱顶的铁丝网,形成遮盖棚,可削弱雨滴对沟坡的溅蚀。

1.3 管理体制与责任制

1.3.1 集体防护 集体组织,专业承包,专人管理,签订合同,奖赔兑现。

1.3.2 集栽户管 集体栽植,分户管理,收益分成。

1.3.3 分户承包 河段分户承包,实行户栽植、户管理、户收益,一包到底。

2 结果与分析

2.1 河堤林带护坡保土效果

沿海沙土区土壤质地沙性重,沙粒粒径较大,结构差,年平均侵蚀模数为 $2\,971\text{ t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$,根据各地试区土壤机械组成分析,土壤颗粒粒径大于 0.01mm 的粗粉粒含量平均达 80.67% ;又据部分物理性质测定,表层平均土壤容重 $1.40\text{g}/\text{cm}^3$;总孔隙率为 48.1% ,非毛管孔隙率仅 2.3% ,土壤持水性和塑性较差,遇水易流失;有机质含量小于 $10\text{g}/\text{kg}$,心土层仅为 $4\text{g}/\text{kg}$,底土层只有 $2.8\text{g}/\text{kg}$ 。因此,由于内在因素而致河沟坡的土壤在水蚀、风蚀等作用下,形成剥离、冲刷、移动;加之农民盲目开垦,扒坡种植,破坏自然植被,造成河岸倒塌塌坡。据测算,一般河沟渠坡土壤流失 $1\,500\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 以上,严重地区高达 $1 \times 10^4\text{ t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 以上;雨淋沟

和地下水渗流造成河坎坍塌,据测算,汛期河沟局部倒坎泥土流失量一般为 0.3~1.5m³,最大塌方 3~5m³;沿海滩涂新开河道如不采取林草保护措施,2~3 年便会淤为平地。

河堤营造林带及河坡植被化后,控制了水土流失,因林草植物有固土抗冲作用,因此河坎不倒塌、河床无明显淤积现象。以沿海开挖中沟的坡度比也可明显证明林带生物护坡作用。我们在试区用抗剪试验测得土壤的内聚力不足 0.1kg/cm²,内摩擦角 35.9°,在坡内有地下水渗流通过,再以坡面单位土体的稳定系数 K_c 计算,得出稳定坡比是 1:3.3 以上。

然而,为了节省土地,减少开挖量,沿海沙土区开挖的中沟,河坡偏陡,其坡比只有 1:2.5~1:3。如按稳

表 1 试区坡面土壤流失厚度统计表

试 区	1	2	3	4	对照区
植被覆盖率(%)	100	95	90	85	无
坡面土壤流失厚度(mm)	0.59	1.65	2.65	3.70	17.18

定坡比扩大,其挖、压废面积就大,很不经济。河沟坡偏陡是造成不稳定的外在因素之一。如未用生物护坡的对照区,坡面土壤年平均流失厚度为 17.2mm;凡进行林草覆盖措施的 4 个试区,坡面土壤年平均流失厚度仅 0.59~3.70mm(表 1),可见,由于林草措施的作用,控制了水土流失,在坡比达不到应有设计标准的情况下,使不稳定坡获得了河坡稳定的效果。

2.2 效益分析

2.2.1 生态效益

(1)河堤造林,改善生态环境。由于河堤林带的防护作用,有效地减弱了风速 74.2%~83.5%,降低了蒸发 30.3%~33.1%,加上林带的增温作用,农业生态环境得到了改善。根据河堤造林观测资料(表 2),在林区株行距 3m×4m 及 2m×3m 与对照区的空旷区相比,说明林带可改善田间小气候,而农田环境的保护,又是农业生产得到高产稳产的保证。

表 2 气候因子统计表

试 区	平均风速 (m/s)	平均相对湿度 (%)	平均蒸发量 (mm)	日平均水面 蒸发量(mm)	日平均直射光照强度(K·LX)	
					1m 高	2m 高
林 区	0.30~0.47	75~76	2.14~2.23	1.09~1.34	0.362~2.98	0.372~4.88
空旷区	1.82	74	3.20	3.86	17.55	19.26

(2)坡面植被,改良土壤结构。生物护坡保持了水土资源,为坡面上的各种植物创造了生长条件,并且植物的大量枯枝落叶覆盖着地面,腐烂后增加了土壤中的有机质和各种营养物质。经测定,种植林草后的土壤有机质比植林草前增加了 0.04%~0.28%,而对照区土壤有机质减少了 0.13%(表 3)。

表 3 各试区有机质含量变化情况表

试区	有机质含量(g/kg)		增值 (g/kg)
	植林草前	植林草后	
1	7.7	8.3	0.06
2	10.0	11.7	0.17
3	9.6	10.0	0.04
4	9.8	12.6	0.28
对照区	9.3	8.0	-0.13

表 4 各试区全盐量变化情况表

试区	全盐含量(%)		下降 (%)
	植林草前	植林草后	
1	0.099	0.066	33.3
2	0.142	0.084	40.8
3	0.095	0.064	32.6
4	0.099	0.069	30.3
对照区	0.155	0.124	20.0

(3)坡土改良,加速淋盐爽碱。植物措施改良了土壤结构,使土壤孔隙度增大,能吸收更多的雨水,促进土壤盐分淋洗,起到了加速土壤脱盐的作用。经生物护坡的试区盐分下降 30.3%~40.8%,而对照区自然生长了杂草,盐分只下降 20.0%,说明河堤林带及坡面植被对土壤淋盐爽碱的作用是比较明显的(表 4)

2.2.2 经济效益

河堤林带及坡面植被的经济效益,即在单位面积上实施某项水土保持措施后,所提供的净增值或净效益。

(1)河堤水保林效益。林带在栽植初期无效益,但到后期一年比一年大,从定植的第 7 年起计算间伐效益及最后主伐效益。如东台市方塘河东堤 1.3hm² 水杉林,生长 18 年,间伐获 6 万元,主伐获 10 万元,合计 16 万元,平均每年每 1hm² 收益 \bar{X} 为 6 660 元。采用益本比法公式计算每年回收成本的 E 效益为:

$$E = m \left(\frac{\bar{X} - G}{1.05K} \right)$$

式中: \bar{X} ——平均年效益(元/hm²); G ——年管理费(元/hm²); K ——工程投资(元/hm²); 1.05——投资扩大系数; m ——使用年限。

方塘河东堤工程投资 K 每 1hm² 为 1 050 元,平均每年每 1hm² 管理费 G 为 600 元,使用年限以 1 年计,代入上式,计算如下:

$$E = 1 \times \frac{6660 - 600}{1.05 \times 1050} = 5.5 \quad E > 1$$

从计算结果来看 $E = 5.5$, 即河堤水保林的投资小,经济收益大,平均每年就能回收成本 5 倍以上,效益显著。

(2)经济林效益。试区青坎及坎边通过各种经济植物模式治理,产生了较高的经济效益,如柿、梨、桃、枇杷、无花果、银杏等。按照果树初期的一般产量计算每 1hm² 产值,阶梯式立体作物每 1hm² 产价值 15 525 元;夹种式石榴或柿子或梨树等夹种草莓,每 1hm² 价值 19 155 元;纯作式的各种果林平均每 1hm² 价值 15 000 元左右。

在青坎和坎边生长普通农作物,一年可长两熟黄豆、油菜,全年合计每 1hm² 产值仅 4 725 元。

上述经济植物和普通农作物对比,经济效益是普通农作物的 3~4 倍。如果各种林果到了生长旺盛期,其经济收入将大大超过现有统计的产量和产值。

(3)经济藤草效益。在坡坎上用遮盖式牵引葡萄爬满架子上,并在下面种草莓,其经济价值较高,平均每 1hm² 价值 26 025 元,是普通农作物的 5.5 倍。

在坡上种经济牧草,每 1hm² 产量价值可达 4 500 元,还能作饲料、肥料和燃料。

(4)草本效益。滨海县推广树、柳(杞柳)、草三层楼护坡,有一定经济效益,群众誉称为“一步三元钱”的致富楼,全县每年仅柴草、杞柳收获达 2.5×10^4 t,价值 200 多万元。根据各市县调查,河坡草本经济价值,每年每 1hm² 可达 1 500~2 250 元。

2.2.3 社会效益

通过河堤林带和坡面植被治理,基本上控制了河坡水土流失,同时增加了经济收入。河堤坡植被的发展,还有五大社会效益:

3 结 论

通过对三岔河道班泥石流成因的分析,可归纳成以下几点结论:

- (1)该沟是一条以冰雪泥石流为主和以暴雨泥石流次之的多发性泥石流沟。
- (2)沟床海拔 2 900m 以上流域,处于降水丰富地带,而且地表基岩裸露,不论对冰雪融水还是降雨,都有利于在较短时间内产生较大的坡面流水。此外,冰舌末端前下方为坡度 $34^{\circ}\sim 37^{\circ}$ 的裸露岩床,是冰舌部分发生断裂、崩解、滑落、或雪崩停积的场所,冰雪堆积于这一地形之后,使高度降低、气温升高、消融速率加快,同样在较短的时间内可产生能激发泥石流的消融洪水。
- (3)区内属现代冰川、冰缘气候作用地带,侵蚀与堆积地貌过程进行速率快,沟床内丰富的松散碎屑物是泥石流易于爆发的物质基础。

(上接第 13 页)

- (1)提供商品材。河堤造林可增加一定数量的商品材,缓解了市场木材紧缺的矛盾,也解决了群众生产生活部分用材。
- (2)节省能源。在沿海沙土地区,一个县的河沟坡面柴草年产量高达 $10\times 10^4\text{t}$,相当于 $4\times 10^4\text{t}$ 原煤的燃料。
- (3)减轻国家负担。在过去各地河道堤防管理所的人员全是吃“皇粮”,如今各地利用河坎林木更新,兴办各种经营,增加收入,实行人员工资自给,减少国家开支。有的堤防管理所还办起了木器厂,将原材料加工成产品,供应市场需要。
- (4)促进村办工业的兴起。农村经济林果的发展,可进行水果罐头和果汁饮料加工,酿草莓酒,以及杞柳工艺编织品等。
- (5)增加肥料和饲料。坡面上柴草可当燃料,就可将田间秸草还田作基肥,提高土壤肥力;牧草和杂草可给猪、牛、羊、兔等牲畜作饲料。

3 结 语

- (1)河堤防护林带及河沟坡植被化,既防治河坎滑塌和坡面土壤被溅蚀,又增加农民的经济收入,有其现实意义,建议在沙土地区推广使用。
- (2)本文探索的四种植被模式,各地可根据当地实际情况,因地制宜地选用植被模式。如大沟选用阶梯式,中沟用夹种式或纯作式,小沟可用遮盖式为宜。
- (3)在盐碱不太重的地区,建议提倡栽植经济果林,既可护坡保土,又可获得较高经济效益,并可加快综合开发的步伐。
- (4)河堤林带及坡面植被,必须加强管理,以管为主,才能获得经济效益,达到护坡保土的目的。如重治轻管,将直接影响护坡的效果和经济效益,导致前功尽弃。