

# 香根草在长江常熟段防洪大堤上的应用

徐建中

(常熟市沿江堤闸管理所, 江苏 苏州 215500)

**摘要:** 长江常熟段防洪大堤自 2009 年以来采用袋装砂填筑形式, 但其背水坡面砂土汛期流失严重。常熟市堤闸所引用香根草护坡技术, 自 2013 年开始同时在福山水道南岸及白茆小沙段各取 1 km 江堤背水坡面试种香根草, 详述了香根草种植经过。在试种成功的基础上, 逐年扩大种植面积, 至 2016 年底共完成袋装砂填筑式防洪大堤背水坡面水保工程 22 km, 种植香根草护坡面积 165000 m<sup>2</sup>。香根草护坡技术基本解决了大堤背水坡面砂土流失的问题, 并获得了显著的社会效益、生态效益和经济效益。

**关键词:** 长江防洪大堤; 大堤背水坡面; 香根草护坡; 地表径流量; 泥砂流失量; 水土保持  
**中图分类号:** S157      **文献标识码:** B      **文章编号:** 1007-7839 (2017) 09-0034-04

## Application of vetiver grass in flood control levee of Yangtze River in Changshu section

XU Jianzhong

(The Yangtze River Levee and Lock Project Management Office of Changshu City, Suzhou 215500, Jiangsu)

**Abstract:** The flood control levee of Yangtze River in Changshu section formed in bagged sand since 2009, but sediment loss on the back slope of levee was serious in flood season. Vetiver slope protection technology was cited. Meanwhile, 1 km back slope of levee was respectively taken to try growing vetiver on the south bank of Fushan waterway and the Baimao small sand section since 2013. The process of growing vetiver has been described in detail. Based on the success of vetiver planting, the planting area was expanded year by year. By the end of 2016, 22 km water conservation project in the form of bagged sand filling on the back slope of flood control levee was totally completed, and the planting area was 165000 m<sup>2</sup>. Vetiver slope protection technology has basically solved the problems of Sand loss on the back slope of levee, and obtained significant social benefits, ecological benefits and economic benefits.

**Key words:** flood control levee of Yangtze River; back slope of levee; vetiver slope; sediment loss amount; soil and water conservation

## 1 工程概况

### 1.1 基本情况

长江常熟段防洪大堤西起张家港交界, 东止太仓交界, 全长 46.96 km, 其中主江堤 31.2 km, 其

余为港堤。从西往东依次途经常熟市海虞镇、梅李镇及碧溪新区, 并贯穿整个沿江经济开发区。

2009 年竣工的碧溪新区白茆小沙边滩整治段 (全长 5 km)、2012 年竣工的梅李镇、碧溪新区福山水道南岸边滩整治段 (全长 7 km) 及 2015 年

收稿日期: 2017-07-03

作者简介: 徐建中 (1982-), 男, 本科, 工程师, 主要从事水利工程管理工作。

竣工的海虞镇长江铁黄沙整治工程(新增长江围堰大堤 17 km)防洪大堤全部采用了袋装砂填筑大堤方式。

长江常熟段防洪大堤为全市人民的生命财产及沿江经济开发区内的中外企业提供了安全渡汛的保障。

## 1.2 存在问题

长江常熟段位于长江下游,极易受到台风和暴雨的袭击。2005 年长江主汛期内,常熟先后受到了 9 号台风“麦莎”、15 号台风“卡奴”的严重袭扰,平均降雨量达 114.2 mm,最大降雨量达 117.8 mm。全线江堤背水坡被冲刷出雨淋沟 22 条,冲毁坡面导流沟 15 条,护坡土方流失相当严重。

白茆小沙、福山水道南岸及铁黄沙围堤三大新建工程的大堤迎水坡为干(灌)砌块石平台护坡,背水坡采用植被护坡防护,主要植被为夹竹桃。在工程完工后的几年汛期中,遭遇了数次台风暴雨的袭击,背水坡面上的砂土明显不堪一击,树倒沟塌,沟壑甚至直达堤顶路面边缘。历年虽经汛后维修治理,但效果不甚理想,难于杜绝坡面砂土流失现象,迫切需要一种有效保护大堤背水坡面砂土的措施。

## 2 香根草

香根草属于禾本科多年生草本植物,其抗逆性强、适应性广、速生快长、生物量大、根系发达又具有优良的力学特性,固土力强、种植简易、管理方便、花费低廉<sup>[1]</sup>。其主根长可达 3 m 左右,抗张强度相当于软钢的 1/6,穿孔力量特别强大,能够穿透岩石,同时根系呈网状生长,牢牢固定住土壤并吸取水分,从而有效地固定斜坡,保持水土。

香根草的地上部分密集丛生,秆高 1 ~ 2 m,叶片条形质硬,宽 4 ~ 10 cm。生长速度快,日常养护简单。适应环境能力强,可在气温 -10℃ ~ 50℃ 和年降雨量 300 ~ 6000 mm 的地区生长。陆续被应用于保护江海河堤、梯田等,被世界上 100 多个国家和地区列为理想的保持水土之植物。

## 3 防洪大堤背水坡面引种香根草

### 3.1 引种香根草

针对袋装砂填筑大堤背水坡面砂土严重流失的问题,经过调研,认定香根草的特性恰好可弥

补袋装砂填筑大堤背水坡面砂土流失的缺陷。

利用香根草发达的根系,在较短时间内使地下 2 ~ 3 m 的土层形成一定宽幅(40 ~ 60 cm)和抗剪强度的生物墙体,防止因洪水的冲刷和回拉以及洪水浸泡后的堤岸浅层滑坡。在地表部分利用草体对雨水的缓冲和分流作用,减少地表的水土流失<sup>[2]</sup>。

自 2013 年开始,堤闸所开始在长江常熟段防洪大堤背水坡面上尝试引种香根草,并逐年扩大种植面积。

### 3.2 试种香根草

2013 年 8 月,在梅李镇赵市至碧溪新区浒浦的福山水道南岸边滩整治段、碧溪新区的白茆小沙边滩整治段各选取 1 km 长江袋装砂填筑大堤背水坡面,首次实施了水土保持工程,引进种植了香根草。

施工过程:首先对坡长为 7.5 m 的大堤背水坡进行人工清除乱草杂树、碎砖石块等,平整坡面;其次按株距 25 cm、行距 25 cm、挖深 20 cm 的标准挖砂土坑;再植入 2 ~ 3 株香根草苗,并覆土固定;最后浇水完成。2 km 长的背水坡面总计种植了 15000 m<sup>2</sup> 的香根草。

首次水保工程完工后,香根草枝叶生长茂盛,不仅固土护坡,还抑制了其它杂草。至 2014 年春节前,将所有香根草枯黄的秸秆用打草机(采用金属刀片、留草根约 10 cm)切除,露出当初平整地、几乎完好无损的江堤背水坡面,水土保持效果相当显著。

### 3.3 扩大香根草种植面积

在香根草种植护坡初步成功后,常熟市沿江堤闸管理所配合常熟市沿江经济技术开发区,先后完成了福山水道南岸边滩整治段 4 km 及长江铁黄沙整治工程段 16 km。4 年间共完成袋装砂填筑式防洪大堤背水坡面水保工程 22 km,共种植香根草 165000 m<sup>2</sup>。

## 4 效益分析

随着香根草技术的研究和开发,香根草的应用更加广泛,涵盖了生态学、植物学、环境科学、水土保持学、农学、林学、工程学等学科,已成为 21 世纪最有价值的生态工程技术之一。香根草技术投资相对较小、周期短、收效快,获得了显著的社

会效益、生态效益和经济效益。

4.1 社会效益

长江常熟段防洪大堤肩负百万常熟人民生命财产安全安危的使命,在历年台风暴雨的侵袭面前巍然不动,而 22 km 香根草护坡堤防在 3 年防洪过程中发挥了功不可没的作用。

4.2 生态效益

4.2.1 涵养堤防背水坡面保持水土

裸露的堤防坡面地表,在降雨过程中,尤其是暴雨情况下,雨滴直接冲击,侵蚀坡面地表极易造成水土流失。为弄清香根草护坡与杂草(原种植草皮,几年后退化)坡面的水土流失差异程度,参照《水土保持试验规程 SL419-2007》,2015 年 3 月在福山水道南岸香根草护坡段设置了一座(20 m(沿长江)× 5 m(沿坡面))简易坡面径流场,同时在白茆小沙段杂草坡面也修建了 1 座相同规格与布置形式的径流场对照区。长江大堤背水坡坡度均为 1:2.5,简易径流场的自然条件情况见表 1<sup>[3]</sup>。

表 1 简易径流场自然条件

径流场地段	植被类型	坡度	坡向	植物密度 株/100m <sup>2</sup>	覆盖率 (%)
福山水道	香根草	1:2.5	南	2500	98
白茆小沙对照	杂草夹竹桃	1:2.5	南	46	40

在 2015 年与 2016 年度主汛期分别进行了坡面地表径流量及砂土流失量的测定。

据 2015 年 6 月气象资料,6 月份共有 3 个雨期,月降雨量达 736.8 mm(见表 2)。同期在 2 个径流场内测得的径流量及砂土沉积量见表 3。

2016 年 9 月的降雨量为 158.4 mm(见表 4),同期在 2 个径流场内测得的径流量及砂土沉积量见表 5。

表 2 2015 年 6 月雨量统计表

雨量小计		154.8	雨量小计		279.8	雨量小计		302.2
日期			日期			日期		
6 月 1 日	62.4		6 月 15 日	64.2		6 月 26 日	146.8	
6 月 2 日	92.4		6 月 16 日	165.8		6 月 27 日	140.4	
			6 月 17 日	49.8		6 月 28 日	15	
6 月总雨量						736.8		

表 3 2015 年 6 月经流场实测值

径流场所	植被类型	径流量 m <sup>3</sup>	砂土 沉积量 kg	折算成 t/hm <sup>2</sup>
福山水道	香根草	1.73	4.1	0.41
白茆小沙对照	杂草夹竹桃	5.02	27.8	2.78

表 4 2016 年 9 月雨量统计表

单位: mm

雨量小计		158.4
日期		
9 月 14 日		34.6
9 月 15 日		79.6
9 月 16 日		44.2

表 5 2016 年 9 月经流场实测值

径流场所	植被类型	径流量 m <sup>3</sup>	砂土沉 积量 kg	折算成 t/hm <sup>2</sup>
福山水道	香根草	0.32	1.9	0.19
白茆小沙对照	杂草夹竹桃	1.01	12.3	1.23

2015 年 6 月 3 个强降雨期,同期在白茆小沙段杂草坡面 100 m<sup>2</sup>对照区径流场内测得砂土沉积量为 27.8 kg,福山水道香根草径流场内测得砂土沉积量为 4.1 kg;2016 年 9 月白茆小沙段径流场内测得砂土沉积量为 12.3 kg,福山水道香根草径流场内测得砂土沉积量为 1.9 kg。表明在同样雨量雨强情况下,杂草裸露地表径流量的砂土流失量为香根草覆盖地表砂土流失量的 6.5 倍左右。

而在香根草繁茂覆盖的叶枝杆直接承受着雨水的冲击,再加固如盘石的根系,削弱了雨滴对土壤的击溅,减轻了土壤的冲失。在中等强度降雨情况下,茂密的香根草枝叶截留雨量达 10%,然后再蒸发到大气中,增加了空气的湿度,还有部分降雨蒸发入渗,产生地表径流的雨量仅是一部分。显

然香根草能促进水分下渗, 补充地下水, 达到了堤防坡面水土保持的预期目标<sup>[4]</sup>。

#### 4.2.2 减小坡面径流

地面径流量的大小与雨量、雨强和荫蔽程度及地面植被有很大关系。2015年6月3个雨期降雨量达736.8 mm, 实测福山水道南岸香根草护坡段100 m<sup>2</sup>简易坡面径流场地表径流为1.73 m<sup>3</sup>, 白茆小沙段杂草坡面100 m<sup>2</sup>对照区径流场内地表径流为5.02 m<sup>3</sup>; 2016年9月降雨量为158.4 mm, 福山水道径流场测得的径流量为0.32 m<sup>3</sup>, 白茆小沙径流场测得的径流量为1.01 m<sup>3</sup>。亦表明在同样雨量雨强情况下, 杂草裸露地表径流量为香根草覆盖地表径流量的3倍<sup>[4]</sup>。香根草具有减少坡面径流的功能。

#### 4.2.3 其它生态优势

香根草能净化水体, 在强酸强碱、重金属和干旱、渍水、贫瘠等条件下都能生长, 并吸收环境中的重金属。香根草无根茎或匍伏茎, 不会成为农田杂草。香根草也极少感染或传播病虫害, 绝大多数能成活几十年之久。

### 4.3 经济效益

#### 4.3.1 种植养护成本

种植香根草的成本相对较低, 近年来每平方米种植成本在25元左右, 仅相当于传统工程费用的40%左右。如果将香根草生态工程和传统工程结合运用, 会取得更佳的水土保持效果。

堤闸所4年间共完成香根草护坡水保工程22 km, 共种植香根草165000 m<sup>2</sup>。按多年种植香根草价格25元/m<sup>2</sup>计算, 再加上工程其它费用, 共投入450万元。可谓一次投入, 长年受益。

香根草护坡种植完成后的养护成本十分低廉, 生长期基本不用养护, 仅需每年冬季收割并运走而已。

#### 4.3.2 降低防洪大堤岁修费用

在杂草夹竹桃护坡的长江防洪大堤背水坡面,

每年汛期后的维修工作量相当惊人: 包括堤防全线被损背水坡面覆土填平、集中排水沟、堤顶道路侧石、局部路面修复及顺堤河清理淤泥等, 甚至于在台风暴雨袭击尚未结束, 就要突击抢修被毁的大堤坑洼背水坡面(危及大堤安全的特殊情况下)。因此, 每年的维修人工、各种材料、机械、车辆燃料等防汛抢修费用一直难于降低。

而在已实施香根草水保工程的长江防洪大堤背水坡面, 3年来的主汛期内经受住了考验, 极大的减小了堤防设施的被毁数量与程度, 显著减轻了防汛抢修人员的工作强度与压力, 同步明显节省了防汛岁修经费的开支。

据统计: 2009~2013年, 长江常熟段防洪大堤背水坡年平均维护费用为60万元左右, 自2013年实施香根草水保项目至目前, 年平均维护费用降低了40%, 仅36万元左右, 经济效益显著。

## 5 结语

长江常熟段袋装砂填筑防洪大堤背水坡面近年来面临的水土流失现象已被香根草护坡良好的固砂保水能力所化解, 且技术简单, 效果明显, 经济实用。香根草护坡技术在类似地区和工程上应用前景宽广。

### 参考文献:

- [1] 郑术光. 香根草系统在水利工程中的应用[J]. 湖南水利水电, 2011(4):31-40.
- [2] 冯子元, 张丽萍, 张镇鑫. “香根草技术”在百色水利枢纽工程河道边坡防护中的应用[J]. 人民珠江, 2003(4):66-69.
- [3] SL419-2007, 水土保持试验规程[S].
- [4] 徐振祥, 王俊农. 虞山宝岩水土保持模式初探[J]. 江苏水利, 2000(11):35-36.

(责任编辑: 王宏伟)