

柳条扦插技术在库岸植被固坡中的应用

邱深建

(江西省上饶市科信水利水电勘察设计咨询有限公司,江西 上饶 344000)

摘要:为探讨柳条扦插生态护坡方法在边坡治理中的适用性,本文系统地介绍了该技术的施工工艺,分析了柳条扦插锚固型根系的力学模型,并针对扦插植入角度的改变对其进行离散元模拟,结果表明扦插植入角度越大,其限制边坡坡面土体的作用越小,对边坡起到的锚固和支撑作用越小,探寻出柳条扦插施工时最适宜的扦插植入角度,具有一定的现实意义。

关键词:植被固坡;柳条扦插;数值模拟;扦插角度

中图分类号:S157 **文献标识码:**B **文章编号:**1004-4701(2017)06-0431-04

0 引言

近年来,随着我国经济的不断发展,基础设施建设与环境保护的矛盾日益突出,人们对生态环境的要求日益提高,植物固坡受到了更多的青睐,植被固坡工程的理论和实践研究也得到了更广泛的重视。

本文拟对目前固坡工程中常用的柳条扦插采用力学模型-理论分析方法,对柳条扦插时扦插植入角度进行研究,探究在植入角度变化时,扦插的柳条与边坡土体之间的相互作用,找寻出柳条扦插施工时最适合的扦插植入角度。

1 植物固坡的力学模型-理论原理

植物固坡的力学模型-理论是将植物发达的根系分为侧向根系和垂直根系两部分,从力学效应的角度来看,侧向根系可以提高根系土层的整体抗拉强度,垂直根系通过锚固到深层土层,增加土体的抗滑阻力^[1]。

木本植物的主根可以扎入土体的深层,通过主根和侧根与周围土体联系起来,在土中形成根网,在斜坡上相当于抗滑桩的作用,增加土体的抗滑阻力。因此可以把垂直根系简化成垂直锚杆来分析其对周围土体的力学效应^[2]。

目前,国内对植物固坡的力学模型-理论的研究主要有以下一些:

王可钧^[3]从力学角度分析指出,当根系深入滑动

面并穿透滑动面以下土体,树根才能起到锚固和抗滑作用;郭维俊等^[4-5]对根系土本构关系进行了相关的理论研究;肖盛燮^[6]从植被护坡作用的力学机理应力、应变模式出发,建立根系加固作用模型,推导出植被加固能力计算公式;周云艳^[7]建立了考虑根系逐渐破坏的两种力学模型,并阐述了根系的拉拔机理;言志信^[8]、宋云^[9]从力学角度研究生态护坡根土作用力学模型,从而将根土相互作用能力转向定量计算。

2 柳条扦插工艺

矮柳固坡主要是靠其密集根系扎进土体,对边坡起锚固及支撑作用;其茎、叶阻隔雨滴,减少表面径流冲击力,减少土壤吸水和蒸发,从而减少降雨渗流并保护岸坡结构的完整性;其根吸收土壤中的水分并蒸发至大气中,降低土层孔隙水压力;根与土壤发生生物化学反应,改善土壤物理性质,增强土壤抗剪强度;同时繁盛柳群,为生物栖息提供场所。

扦插的柳枝一般选取无叶休眠插条,直径为1.00~3.00 cm左右,长10.00~30.00 cm的柳枝;也可以选用带芽绿枝插条,长度约为5.00~15.00 cm,通常选用10.00 cm插条为宜。最好选用当地柳树,品种选取窄叶、细干较佳,可作丛生栽培植物,如“细柱柳”、“犬狐柳”等。

施工时一般将柳枝插条植于岸坡缓流及河岸凹部等不易受冲刷处,高出水面0.30~2.00 m,防止植物根常年泡于水中或种植在含氧量低土体中,不利于植物生

长。

扦插时,截取直径为 1.00 ~ 3.00 cm 的柳枝,埋入地下长度 >25.00 cm 为宜,可选定埋入地下 50.00 cm 左右。若在寒冷地区进行扦插,直插可能造成柳条受冻易于拔出,故以斜插方式进行扦插。

3 柳条扦插植入角度力学分析

木本植物根系形态特征分为主直根型、散生根型和水平根型 3 种。柳条扦插长出的植物根系形态为近乎垂直的主根和许多侧根构成的主直根型,其主根发达,垂直向下生长可达 3.00 ~ 5.00 m^[10],类似于锚杆支护作用,通过根系同土体的相互作用力,将主根系的轴向作用力的应力状态从单向(或双向)受压转变为三向受压,从而提高其环向抗压强度,使压缩带既可承受其

自身重量,又可承受一定的外部荷载,有效地控制土体整体稳定性,同时其它网状、纤维根群可增大同土体的接触面积及摩擦力。

为探究柳条扦插植入角度的固坡效果,采用离散元颗粒流软件,探究在植入角度变化时,扦插的柳条与边坡土体之间的相互作用。

3.1 柳条植入扦插角度模型

离散元方法是从分析离散单元之间接触入手,找出其接触的本构关系,建立物理力学模型,并根据牛顿第二定律,对非连续、离散的单元进行模拟仿真^[11]。

设定边坡坡度系数为 2,接触模型为粘结接触的土质边坡,颗粒表现为流动性。扦插的柳条模型为颗粒簇,表现为刚性,柳条之间的横向距离为 5.00 m,通过宏观参数的匹配,得到其土体及柳条根系参数^[12],详见表 1。

表 1 模型参数表

参数	等效模量 E^*/MPa	接触粘结抗拉强度 S_σ/MPa	接触粘结剪切强度 T_σ/MPa	摩擦系数 μ	密度 $\rho/(\text{kg}/\text{m}^3)$
上部土体	100	0.01	0.01	0.9	1 850
下部土体	100	0.50	0.50	0.5	2 000
柳树	100	/	/	0.5	1 396

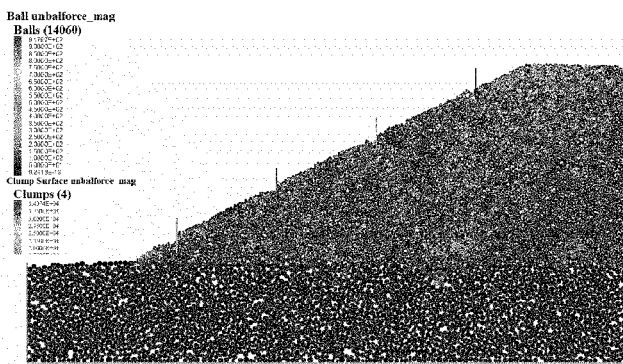


图 (a) 植入角 0°

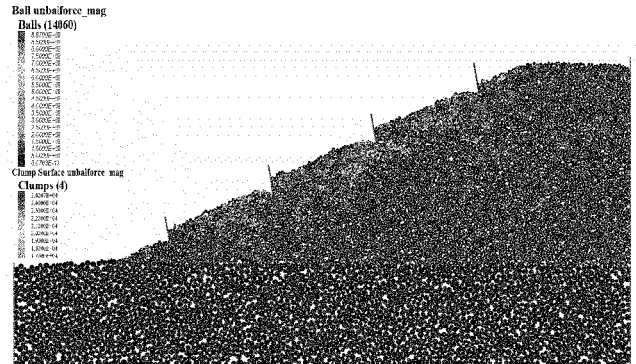


图 (b) 植入角 10°

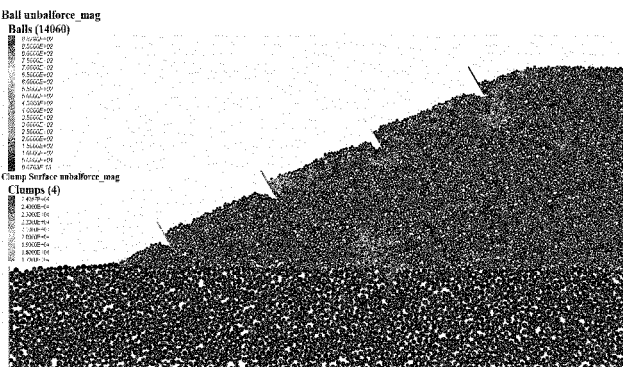


图 (c) 植入角 30°

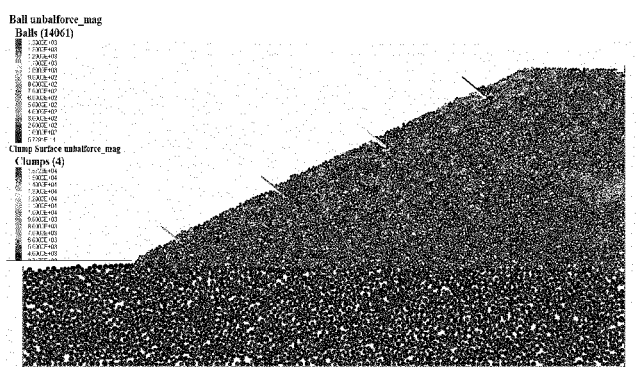


图 (d) 植入角 50°

图 1 柳条扦插边坡模型不平衡力云图

模型首先生成稳定的土质边坡,再进行柳条扦插施工,柳条插入土体表层 0.50 m,模型计算得到其不平衡力云图,为研究柳条扦插角度对固坡的效果,建立了 4 种不同的柳条扦插角度模型,分别为植入角 0°、10°、30°、50°(同铅垂线的夹角)。通过不平衡力来判断是否达到平衡状态或者模型刚开始发生的状态(见图 1, ball——岸坡土体所受不平衡力, clump——扦插柳条的所受的不平衡力)。

3.2 柳条植入扦插角度模型结果

在相同系数及收敛条件下,计算得出 4 种模型的最大不平衡力(见表 2)。由表 2 可见,随着柳条扦插角度的增大,柳条所受的不平衡力逐渐减小;边坡土体的不平衡力随着柳条扦插角度的增大,呈现先减小后增大的趋势。这说明柳条扦插角度的增大,柳条放置越趋于水平,柳条的所受的不平衡力越小,能够起到的锚固和支撑作用越小。

表 2 不同插入角度最大不平衡力

插入角度	土体/Pa	柳条/Pa
0°	917.97	34 074
10°	463.90	28 866
30°	997.90	24 267
50°	1 300.00	15 723

在无渗流作用下,柳条扦插模型中边坡力链分布情况见图 2。由图 2 可见,柳条扦插接触力随着柳条扦插角度的增大而降低,其所受最大的接触力依次为 34.059 kPa,28.933 kPa,24.200 kPa,15.645 kPa,表明随着柳条扦插角度的增大,其限制边坡坡面土体的作用逐渐减弱,与实际情况相符合;当柳条扦插角度为 10°时,其边坡土体中最大不平衡力最小,说明此时的边坡模型稳定性最好,因此柳条扦插施工时扦插植入角度选择在 10°左右较为适宜。

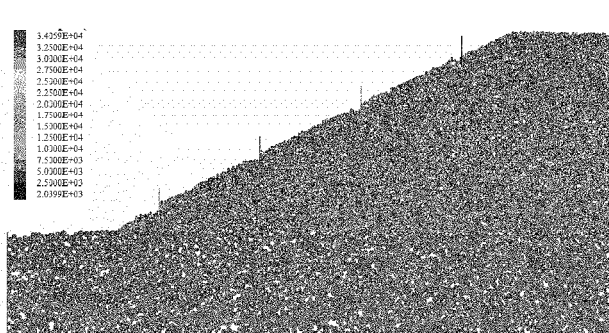


图 (a) 植入角 0°

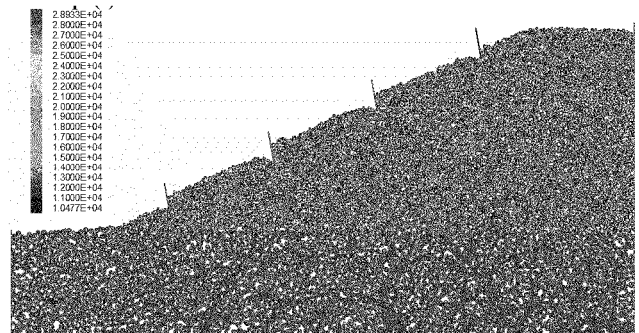


图 (b) 植入角 10°

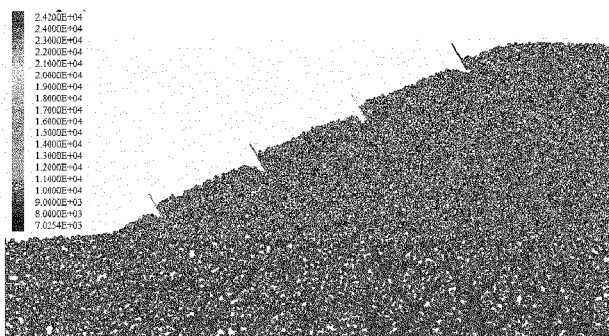


图 (c) 植入角 30°

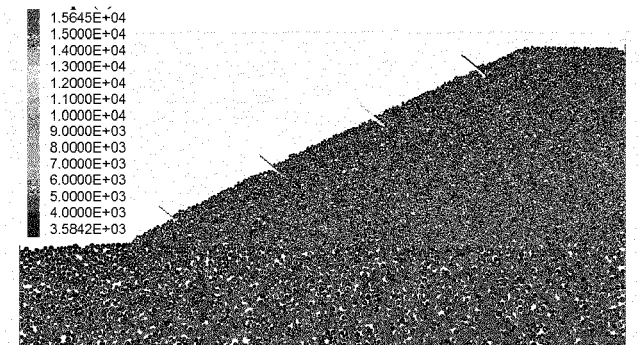


图 (d) 植入角 50°

图 2 柳条扦插模型力链图

4 结 论

通过对植物固坡中柳条扦插法进行数值模拟,探究

在植入角度变化时,扦插的柳条与边坡土体之间的相互作用。研究分析得出柳条扦插植入角度越大,其限制边坡坡面土体的作用越小,对边坡起到的锚固和支撑作用越小。柳条扦插施工时与垂线的角度在 10°左右较好。

参考文献:

- [1] Wu, T. H., P. E. Beal and C. Lan (1988b). In-situ shear test of soil-root systems. *Journal of Geotechnical Engineering (ASCE)* 114 (GT12): 1376 ~ 1394.
- [2] 周德培, 张俊云. 植被护坡工程技术[M]. 北京: 人民交通出版社, 2003.
- [3] 王可钧, 李悼芬. 植物固坡的力学简析[J]. 岩石力学与工程学报, 1998, 17(6): 687 ~ 691.
- [4] 郭维俊, 黄高宝, 王芬娥, 等. 土壤-植物根系复合体本构关系的理论研究[J]. 中国农业大学学报, 2006, 11(2): 35 ~ 38.
- [5] 郭维俊, 黄高宝, 王芬娥, 等. 植物根系若干力学问题研究[J]. 中国农机化, 2006(2): 84 ~ 88.
- [6] 肖盛燮, 周辉, 凌天清. 边坡防护工程中植物根系的加固机制与能力分析[J]. 岩石力学与工程学报, 2006, 25(z1): 2670 ~ 2674.
- [7] 周云艳, 陈建平, 王晓梅. 植物根系固土护坡机理的研究进展及展望[J]. 生态环境学报, 2012, 21(6): 1171 ~ 1177.
- [8] 言志信, 宋杰, 蔡汉成, 等. 草本植物加固边坡的力学原理[J]. 土木建筑与环境工程, 2010, 32(2): 30 ~ 34.
- [9] 宋云, 言志信, 殷建. 摩擦型根-土作用模型[J]. 岩土力学, 2005, 26(S2): 171 ~ 174.
- [10] 周云艳, 陈建平, 王晓梅. 植被护坡中植物根系的阻裂增强机理研究[J]. 武汉大学学报(理学版), 2009, 55(5): 613 ~ 618.
- [11] 刘凯欣, 高凌天. 离散元法研究的评述[J]. 力学进展, 2003(04): 483 ~ 490.
- [12] 黄钢. 生态护坡植被根系力学性能研究[D]. 湖北: 湖北工业大学, 2013.

编辑: 张绍付

Application of willow cuttage technology in vegetation slope stabilization of reservoir bank

QIU Shenjian

(Shangrao Kexin Water Power Exploration and Design Consulting Co. Ltd, Shangrao 344000, China)

Abstract: To discuss the applicability of willow cuttings in slope ecological slope protection method, the paper systematically introduces construction process technology of this method, and analyzes the mechanical model of the anchor root system of willow cuttings. Meanwhile discrete element simulation is used to simulate the angle change of cuttage, showing that the greater of cuttage angle, the smaller the anchoring and supporting effect of the slope. It is of practical significance to find out the most suitable cutting angle for willow cutting.

Key words: Vegetation slope; Willow cuttings; Numerical simulation; Cutting angle

翻译: 邱深建

水利部发展研究中心调研江西河长制工作

8月29-9月1日,水利部发展研究中心主任杨得瑞带队到我省调研河长制工作,并深入靖安、景德镇等地实地考察。江西省水利厅厅长、省河长办主任罗小云与调研组进行了座谈。省河长办专职副主任姚毅臣和省河长制工作处相关人员全程陪同。相关市、县政府领导及部门负责人分别陪同。

在8月29日的座谈会上,省水利厅厅长、省河长办主任罗小云对调研组一行表示欢迎,并就河长制工作与调研组进行了探讨交流。省河长办专职副主任姚毅臣从全省河长制工作进展、经验总结、面临的问题及意见建议等方面作了汇报。随后,调研组实地考察了靖安县滨河公园、焦坑大桥、宝峰镇及景德镇三宝水系景观整治工程、南河生态修复工程、陶瓷园区宝石码头、昌江百里风光带等。

调研组充分肯定江西河长制工作,一致认为江西在河长制体系构建、制度建设、专项整治等方面成效显著,走在全国前列,特别是在考核督办、联动机制等方面有特色、有亮点,值得推广。同时要求江西顺势而上、再接再厉,积极打造河长制升级版,持续保持全国领先地位,并希望江西及时总结经验成果,尤其在如何利用河长制平台助力水利工作方面做更多探索和实践,为全国水利部门积极有效开展工作提供更多借鉴。

(江西省河长办公室 黄 璐)