

# A review of the Research on the Effect of Vegetation on the Self- repair of Unstable Slope

Zeqian PENG

Chongqing Jiaotong University, Chongqing, 400067, China  
Email: pzq-1230@163.com

**Abstract:** China is a mountainous country and its mountainous area is very vast. In the highway engineering facilities construction will be a large number of excavation of the mountain, filling embankment so that it will cause surface exposed slope. This exposed slope might frequently Induce landslide, debris flow and other natural disasters and destruct along the slope of the original vegetation, ecological environment and natural landscape. The existing research theories and methods still have some shortcomings although most of the measures are vegetation slope protection which not only to strengthen the slope but also restore the environment. This paper summarize the main conclusions of the present vegetation slope by inducing research status of vegetation slope protection. And propose the main contents of the next stage that How does vegetation affect the self - repair stability of unstable slope.

**Keywords:** Vegetation slope protection; Unstable slope; Self repair

## 植被对欠稳定坡体自我修复影响机制研究综述

彭泽乾

重庆交通大学, 重庆, 中国, 400067  
Email: pzq-1230@163.com

**摘要:**我国是一个多山国家, 山地面积分布广阔, 在公路工程建设中会大量开挖山体、填筑路堤, 从而形成表面裸露的坡体, 进而频频诱发滑坡、泥石流等自然灾害, 同时还会破坏沿线的坡面的原有植被, 破坏了生态环境和自然景观。虽然目前大多数防治措施采用植被护坡, 既加固边坡也恢复环境, 但是现有的研究理论和方法还存在一定的不足之处。本文通过对于植被护坡研究现状归纳, 总结出了现在植被固坡所采用的主要结论, 并且提出了下一阶段的主要研究内容为坡面上的植被对欠稳定坡体的自我修复稳定是如何产生影响的。

**关键词:** 植被护坡; 欠稳定坡体; 自我修复

### 1 引言

现如今, 由于人类社会文明的飞速发展以及我国经济建设步伐的逐步加快, 工程建设的发展与环境保护的力度之间的矛盾问题变得日益尖锐。随着人类活动范围的迅速增加, 道路运输、铁路运输以及水库建设等基础设施建设工程也随之飞速发展, 伴随而来的是对沿线地形地貌、环境造成的负面影响。我国是一个多山国家, 山地面积分布广阔(约占 70%), 在上述的工程设施建设中必然会开挖山体、填筑路堤, 从而造成大量的表面裸露的坡体。裸露坡面抗风化以及水土保持能力都会降低, 在风雨侵蚀以及外营力等作用下及易产生水土流失, 进而频频诱发滑坡、泥石流等自然灾害, 同时还会破坏沿线的坡面的原有植被,

破坏了生态环境和自然景观。由于环境破坏而导致的生态环境灾害具有显著的加剧趋势, 一直以来都引起着社会各界的关注。

近几年来, 在工程建设沿线的环境治理工作中, 广泛应用了植被护坡的方法。在护坡工程中, 植被方法相比于传统工程措施, 虽然材料的强度以及耐久性不如工程措施, 但其也具有许多工程措施所不具备的正面影响和效应。植被护坡在长期防治水土流失、稳定坡面的方面表现出最正面、积极的因素, 植被的根系在植被护坡工程中起着关键的作用, 植被强劲的根系可以涵水固土增强土体的稳定性能, 致密的植被地表覆盖层能降低雨水、表面径流等外营力的冲击、冲刷作用, 防止水土流失。从而使得植被护坡方法在绿化环境、覆盖以及固结稳定工程设施沿线的裸露坡体

中得到了广泛的应用, 植被护坡不仅能起到美化环境、固土护坡等积极作用, 此外还能防风固沙、调节气候、净化环境以及降低噪音和光污染, 可强有力的调节工程设施建设与沿线生态环境之间的矛盾问题。

## 2 国内外研究现状

对于植被对边坡进行防护、处治、绿化等方面, 从对其有初步认识开始以来就有不少的国内外学者对其进行相关的研究。

### 2.1 关于植被固坡的认识

植被护坡的方法最早出现在 17 世纪 30 年代左右的日本, 其当时目的在于荒坡治理, 采用铺草皮与栽树苗的方法。在 19 世纪末的欧洲, Wollny 首先实现对植被及地面覆盖物防治降雨侵蚀冲刷现象的观察; 在此基础上 Rboert.R 等认为植被根系能对坡地起到良好的加固作用; 此后, Greenway 和 Bert Reubens 结合前人观点并从力学理论方面总结了植物对边坡稳定性影响以及植物根系对边坡的加固作用。

而我国在借鉴了国外经验的基础上, 经过多年的研究和实践, 在公路边坡防护理念上已经发生了根本性的转变, 在生态护坡技术研究开发与开发、植被根系的固坡作用以及实际工程应用上都取得了巨大成就。

### 2.2 关于植被根系对土体的力学机制

国内研究学者首先对植被的根系形态特征做了研究, 封金财和李任敏的观点较为相似, 他们认为植被根系可分为侧根(散生根)、垂直根(主直根)、须根(水平根)。在不同根型基础上, 许多学者也分别研究了植被根系的力学机制。周锡九和赵晓峰分析了草本植物草根加筋原理并通过试验得到验证效果较为显著, 随后周培德等根据这一理论建立了力学模型定量分析了三维加筋作用; 姜志超提出木本植物根系具有一定的强度和韧性, 可将其视为锚杆起到锚固作用。

### 2.3 关于根系的抗剪抗拉拔

在早期 Tumanina 和 Wu 等人认为植物的须根比粗根更有利于提高土壤的抗剪强度后, Wu Nilaweera Operstein 等进行的根系拉拔试验, 从而证实了上述观点。Kssif、Gray 和我国学者杨亚洲等人分别通过化学纤维和采用实际植物根系制作实验, 得出了相似的结论为植物根系通过提供土体的内聚力从而增强土体

的抗剪强度。杨亚洲又和 L.J.Waldron, Ziemer 等人研究得出土的抗剪强度随着根系含量的增加而呈增大趋势, 俞晓丽和胡其志等人通过试验验证上述结论并且得出最佳含根量。Tien.H.Wu、K.M Schmid、Bruce、Rutherford 以及我过得杨永红等都国外学者得出不同树种的拔出力-根径、根深-根长和根体积关系曲线, 并且测定了根的力量和其拉伸破坏的过程, 国内学者的出根系抗拉拔力可以与根系直径、根长、土壤容重建立回归方程, 从而求得根系与周围土体之间的静摩擦系数。

### 2.4 关于植被固坡的技术应用

20 世纪植被护坡应用技术发展迅速。20 世纪 30 年代, 中欧等国家引入了植被护坡技术。英国于 20 世纪 40 年代末引进了植被护坡技术, 主要应用于堤岸的加固、边坡保护以及一些陆地景观的稳固等。1958 年喷射乳化沥青和植物种子喷播技术传入日本。在我国, 对植被固坡技术也有一定程度上的应用。最早的植物护坡应出现在 1591 年明代, 采用种植柳树加固河岸。1989 年, 广东省水利水电科学研究所从香港引进一台喷播机, 开始在华南地区进行液喷播试验。1990 年至 1991 年, 我国黄土高原治山技术培训中心首次在黄土高原进行了坡面喷涂绿化技术(即液喷播)的试验研究。1993 年中国引进了土工材料植草护坡技术。2000 至 2001 年, 章梦涛、张俊云以及李绍才等人借鉴国外技术, 实现了以土壤为主要材料、硅酸盐水泥为粘结材料的喷播。2001 年周颖进行了岩质边坡喷混植草的试验并应用到实际工程中。总的来讲, 我国的边坡植被防护技术还处于发展阶段初期, 还有更大的空间去进一步研究。

## 3 现研究的主要结论以及研究的不足之处

就以往和现阶段大多数的研究情况来看, 学者认为植物及其根系都具有良好的涵水固土的能力, 采用生态固坡的方法不仅能有效的提高坡体的稳定性, 而且还能够美化工程建设周边沿线的生态环境。研究者们主要是通过分析植物下部根系的力学效应和上部茎叶的水文效应来研究植物提高坡体稳定性的机理。

### 3.1 主要结论

#### 3.1.1 根系的力学效应

对于草本植物的根系由于其根系较为细浅, 在坡体表层盘根错节, 所形成的根土复合体可视为加筋

土，根系为土体提供附加粘聚力从而提高土体抗剪强度。

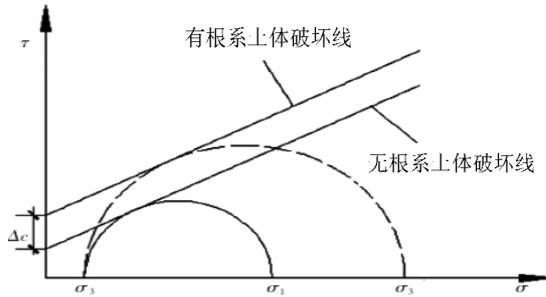


图 1. 根系加筋模式

对于木本类植物根系，分为垂直深根和水平浅根。垂直深根依靠与土体间的摩擦力将土体紧固起来，可视为锚杆起到固坡作用。水平浅根（侧根）是通过斜向牵引、支撑作用，提高土体的抗张强度，抑制土体张裂产生的滑动。

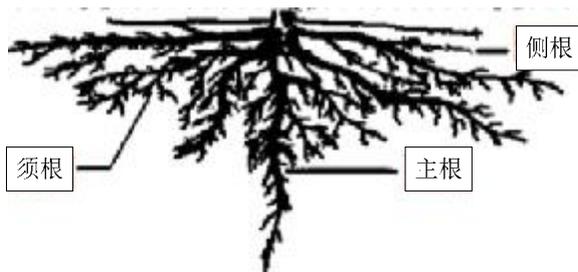


图 2. 木本植物根系示意图

### 3.1.2 植物的水文效应

植物根系可以吸收降雨能量，阻隔雨滴起到削弱溅蚀的目的。并且植物地表部分可以增加地表的粗糙度，能有效的控制地表径流、防止水土流失，有效的提高了坡面的稳定。

### 3.2 目前研究的不足之处

(1) 目前对于欠稳定边坡的评判标准还尚不明确，对其自身的特点和会产生何种破坏模式，以及对欠稳定边坡的常见的处治措施介绍不够详细；

(2) 当前在进行根土复合体抗剪试验研究时，所采用的试件中的植物根系都是通过人工摆放的，无法真实的反应植物根系在土中的实际分布情况，同时，在实验室进行的根系抗拉拔试验，所选取的根系都是不具有生命力的所得实验数据存在误差；

(3) 虽然有文献介绍植被固坡的机理，但是并

没有与植被在边坡上的生长规律相结合来研究其对边坡稳定性的影响。

## 4 研究展望

本文作者认为最重要的一点是，人们往往过多的重视的是植被护坡的前期工程，认为生态护坡可以维持长久时间。虽然，植物根系能够在固坡防护以及坡体产生的初始阶段产生显著的效果，但是，目前缺少关于边坡一旦转入欠稳定状态，坡面原有植物的根系对欠稳定坡体的自我修复机制的影响。根据上述的目前采用植被护坡的研究现状，下一阶段的研究为如采用的植被护坡的方式，当边坡处于欠稳定状态下，原坡面上的植被对欠稳定坡体的自我修复稳定是如何影响的，即就是分析研究欠稳定坡体上的原有植被对欠稳定边坡自我修复的影响机制的研究。其研究的技术路线如下图所示：

(1) 首先应研究明确欠稳定边坡的评判标准，应明确何种标准下为欠稳定边坡，介绍其特点以及常见的破坏模式；

(2) 结合植被固坡机理的研究，应对验证机理的试验进行改进，先采取盆栽生长，然后在植被具有生命力的时候原状取出根土复合体进行试验研究；避免人工摆放或植被失去生命；

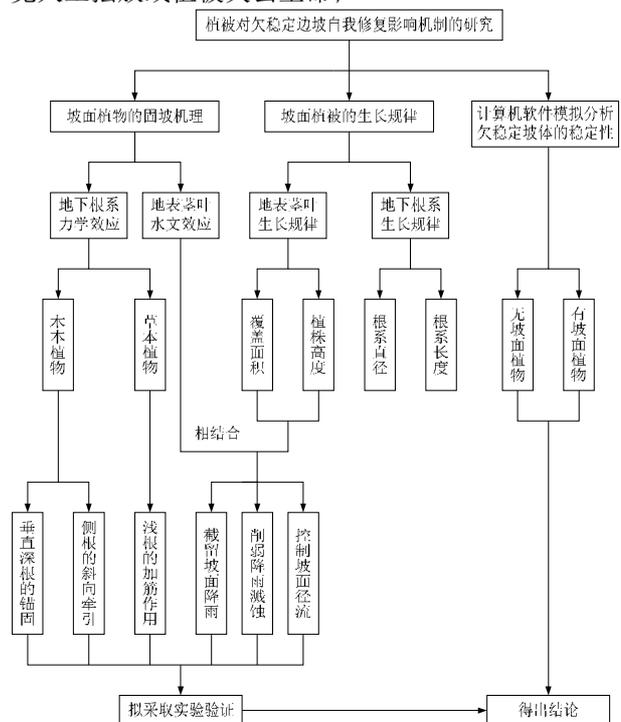


图 3. 下阶段研究技术路线图

(3) 研究坡面上的植被生长呈现什么规律, 并将地表茎叶的生长规律与其水文效应相结合进行研究;

(4) 通过计算机软件辅助模拟坡面植被对于欠稳定坡体的变形以及强度的影响。

对于这类研究的进一步开展, 可以为是否对欠稳定边坡作出应急响应和应急处治以及做出何种处治措施及方法提供依据, 从而可以合理的优化边坡失稳滑坡的处治方法, 使得处治更加精确以及可以降低滑坡处治的工程造价。

## References (参考文献)

- [1] N. Romano, G.P. Lignola, M. Brigante, L. Bosso, G.B. Chirico. Residual Life and Degradation Assessment of Wood Element-sused in Soil Bioengineering Structures for Slope Protection [J]. Ecological Engineering, 2016.
- [2] Li Huatan, Hu Xiasong, Zhao Yujiao, Lu Jinghai, Li Guorong, Zhu Haili. Research Progress on the mechanism of soil shear strength of plant roots [J]. Yellow River. 2014, 36(8).
- [3] Zhou Yunyan. Study on soil fixation mechanism and slope protection technology of plant roots [D]. Wuhan: China University of Geosciences. 2010.
- [4] Zhang Xingling, Hu Xiasong, Mao Xiaoqing, Liang Tong, Chen Guichen. Research status and development of mechanical mechanism of soil slope protection by plant roots [J]. Yellow River. 2009, 31(6).
- [5] Liu Xiaoyan, Gui Yong, Luo Sihai, Deng Tongfa, Zhou Junping. Experimental study on shear strength of soil slope of plant root system [J]. Journal of Jiangxi University of Science and Technology. 2013, 34(3).
- [6] Xiong Yanmei, Xia Hanping, Li Zhian, Cai Xian. Research Progress on the effect and mechanism of corrosion resistance of plant roots [J]. Journal of Applied Ecology. 2007, 18(4).
- [7] Chen Chunhui, Yan Echuan. Effects of plant roots on the shear strength of soil [J]. Geological science and technology information. 2012, 31(4).
- [8] Yu Qinqin, Qiao Na, Lu Haijing, Hu Xiasong, Li Guorong, Zhu Haili. Effects of plant roots on soil reinforcement [J]. Journal of rock mechanics and Engineering. 2012, 31(1).
- [9] Qiao Na, Yu Qinqin, Hu Xiasong, Li Guorong, Zhu Haili. A review of the research on soil strengthening effects and ecological protection of plants [J]. Yellow River. 2011, 33(7).
- [10] Zhou Zheng. Effect of ecological revetment plant roots for slope stability [D]. Hubei: Hubei University of Technology. 2011.
- [11] Feng Guojian, Shen Fan, Wang Shitong. Study on root distribution characteristics and tensile strength of slope protection plant [J]. Journal of Chongqing Normal University (NATURAL SCIENCE EDITION). 2013, 30(2).