

# 乔木的斜向支撑效能及其坡面稳定意义

周跃<sup>1</sup>, 骆华松<sup>2</sup>, 徐强<sup>2</sup>, 陈晓平<sup>1</sup>

(1. 云南省地理研究所, 云南 昆明 650223; 2. 云南师范大学 地理系, 云南 昆明 650223)

**摘要:**以滇中地区的松林为例, 初步定量探讨了乔木对顺坡下滑的浅层土壤的斜向支撑作用。研究表明 树根可能提供的锚固力可达 0.69 kN; 在有效的锚固作用下, 单株树干的支撑力(抗滑力)最高为 0.42 kN, 平均为 0.17 kN; 受斜向支撑作用的影响, 本来不稳定的浅层松散物质的稳定性系数  $F$  值由 0.54 提高到 1.10, 使坡面成为稳定斜坡。如果在特定条件下, 树根的锚固力全部转化为支撑力, 坡面的  $F$  值可以达到 2.82。

**关键词:** 乔木; 锚固作用; 斜向支撑; 坡面稳定

中图分类号: S157 文献标识码: A

斜向支撑作用是指生长在斜坡上的乔木, 通过锚固在深层较稳定土层中的具有一定强度的树干, 阻挡顺坡下滑的浅层土壤的力学过程。它使树桩上坡一侧的土壤下滑受阻并被迫堆积, 从而制止了坡面运动, 稳固了斜坡。树干的这一作用原理与抗滑桩相似。斜向支撑作用的前提是树木的主根与垂直侧根穿透深层土壤和侧根在土层中向四周伸展, 使树木牢牢锚固在坡面上, 加固土层、保护坡面。研究表明<sup>[1]</sup>, 乔木的根系把树干锚固到更深层、更稳定的土层中, 让树干能够阻挡坡面顺坡下滑的土壤, 并使其在树干向上坡一侧小范围堆积, 从而在树桩上、下坡两侧出现一定的地表高差(图 1)。这种作用根据不同的力学机制可分为: 扶垛(Buttering)和拱顶(Arching)两种效应。

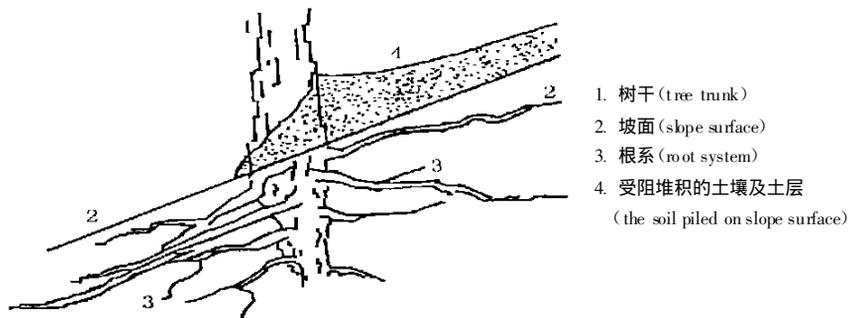


图1 树干斜向支撑作用示意图

Fig. 1 Schematic diagram of lateral supporting of tree trunks

云南松林是云南山地广泛分布的一种森林植被, 云南松(*Pinus yunnanensis* French.) 成年树干粗大, 根系发达, 垂直主根长 1.2 m ~ 1.5 m。在地面下 40 cm 的土层中, 侧根发育, 顺坡伸延。多数侧根从

收稿日期: 1999-10-14; 改回日期: 1999-11-01。

基金项目: 国家自然科学基金(49871054); 云南省应用基础研究基金(98D007M 和 97D006R); 云南省中青年学术与技术带头人培养项目资助。

作者简介: 周跃(1958-), 男(汉族), 河北邢台人, 英国赫尔大学自然地理学博士, 云南省地理研究所研究员, 山地生态与水土保持研究中心主任, 入选云南省中青年学术与技术带头人后备人才。1991~1997年在英国留学和工作, 1988年以来获得 12 项国家和省部级以及国外基金资助, 主持开展了土壤植被系统生态特征、植被侵蚀控制和坡面生态工程等方面的研究。已在国内外学术刊物发表论文近 40 篇, 出版科学专著 2 部。

主根分出后向四周辐射, 逐级分枝, 少有帚状根出现。基于这样的结构和分布特征, 云南松应该有斜向支撑作用, 对侵蚀控制和斜坡保护有重要意义。为了揭示乔木的斜向支撑作用, 我们在云南中部地区, 以云南松林为例, 对乔木树干和根系的这一作用进行了初步探讨。本文是整个工作的一部分。

## 1 方法和原理

### 1.1 研究地区地理背景与林地选择

研究区选择紫溪山林区, 位于云南中部,  $24^{\circ}30' N \sim 25^{\circ}15' N$ ,  $100^{\circ}35' E \sim 101^{\circ}48' E$ 。这里属中山丘陵, 坡度多在  $10^{\circ} \sim 25^{\circ}$ , 局部  $35^{\circ} \sim 40^{\circ}$ 。气候温暖, 每年雨季在 6~10 月间, 年雨量约 1 100 mm。紫溪山林区土壤深厚, 森林繁茂, 过去侵蚀并不严重。由于林区内近几十年来的开发建设, 筑路建房, 人为地造成了大量工程坡面, 成为本区土壤侵蚀和坡面不稳定的主要原因。研究地点选在一个假日宾馆附近的山沟斜坡上。由于处在半阴坡向, 这里云南松林茂密, 一般为纯林, 少有其他树种。松树高 18 m~25 m, 胸径 15 cm~25 cm。7 年前该林地上方修建了假日宾馆, 筑路和建房工程向坡面倾倒了大量工程废土, 掩埋了原来的灌草层植被, 在原有坡面上出现了一浅层松散堆积层, 厚度大约 0.3 m~0.5 m, 最厚可达 0.8 m。该工程坡面宽度(坡宽)超过 100 m, 高度(坡长)在 30 m 左右。目前, 堆积层上面的公路及建筑物已经修到了斜坡边沿, 堆积层上端已成为路基的一部分。然而林木生长良好, 斜坡稳定, 地表枯枝落叶层已经发展起来, 较好地抑制了地表径流并避免了表面土壤遭受雨滴和叶滴的溅蚀。

在斜坡中部选择了一实验样地, 宽 20 m, 高 10 m。其内地形均一, 灌草层不发育, 植被条件相似。

### 1.2 力学机制与预测模型

#### 1.2.1 锚固作用潜能

乔木侧根在斜坡土壤中自树干基部分支后向各个方向伸延。设一树有向上和向下生长的长度为  $L$  (m)、直径为  $D_R$  (m) 的两条粗大侧根, 当树干基部受到顺坡向下的推力 ( $F_S$ , kN) 时,  $F_S$  将作用于两根, 产生对上坡向侧根的拔出力和对下坡向侧根的推压力(图 2-a), 以及两侧根对土壤的压力。由于根土粘合作用, 两侧根将产生对该拔出力的反力 ( $F_{RL}$ , kN) 和对该推压力的反力 ( $F_{RY}$ , kN)。这些反力将成为对  $F_S$  的反力系的组成部分或侧根对树桩的锚固力, 其结果是使侧根在土壤中不滑移, 抵抗  $F_S$ 。 $F_{RL}$  和  $F_{RY}$  之和是两侧根单独提供的锚固力 ( $F_A$ , kN), 基于对土体中沿轴向滑移侧根的研究<sup>[1]</sup>, 如果两侧根  $L$  相同,  $D$  相同, 根土粘强度为  $S_R$ , 则有

$$F_A = F_{RL} + F_{RY} = 2\pi L D_R S_R \quad (1)$$

如果把向下侧根和向上侧根分别单独考虑,  $F_{RL}$  和  $F_{RY}$  与  $F_S$  的作用方向锐夹角分别为  $\theta_1$  和  $\theta_2$  (图 2-b), 则有

$$F_{RL} = F_S \cos \theta_1 = \pi L D_R S_R \text{ 或 } F_S = \pi L D_R S_R / \cos \theta_1 \quad (2)$$

$$F_{RY} = F_S \cos \theta_2 = \pi L D_R S_R \text{ 或 } F_S = \pi L D_R S_R / \cos \theta_2 \quad (3)$$

由式(2)和(3)可见,  $F_S$  受许多因素影响。当  $L$ 、 $D_R$ 、 $\theta$  一定时,  $F_S$  的量值决定于  $S_R$  值的大小。这时由  $S_R$  的量值可以分别得到每一侧根本身对  $F_S$  的最大阻力, 或每一侧根能承受的最大锚固力。

#### 1.2.2 扶垛效应

扶垛效应是单株树干基部对浅层土体滑移的抑制和挡护作用; 其作用原理与抗滑桩相似。根据研究<sup>[2-3]</sup>, 扶垛效应可借用挡土墙单位墙长的土压力计算方法, 对树干上坡侧土壤压力, 进行定量分析。当树桩上坡向土壤下滑至树干受阻堆积时, 根据朗金(Rankine)的研究<sup>[4]</sup>, 堆积土层深度  $z$  处某一小单元体受到土壤自重应力  $\delta$  的作用, 可由式(1)计算。如果树基上下两侧土壤表面高差  $H$  和树干基径  $D_T$  确定, 则作用在树干上的静止土压力 ( $P_1$ ), 也就是树干对下滑土层的支撑力, 可按式(5)作近似计算

$$\delta = K \gamma z \quad (4)$$

$$P_1 = 0.5 K \gamma H^2 D_T \quad (5)$$

式中  $K$  为土壤的侧压力系数或静止土压力系数, 可近似按  $K = 1 - \sin\varphi$  ( $\varphi$  是土壤的内摩擦角) 计算<sup>[4]</sup>,  $\gamma$  为土壤重度( $\text{kN}/\text{m}^3$ )。

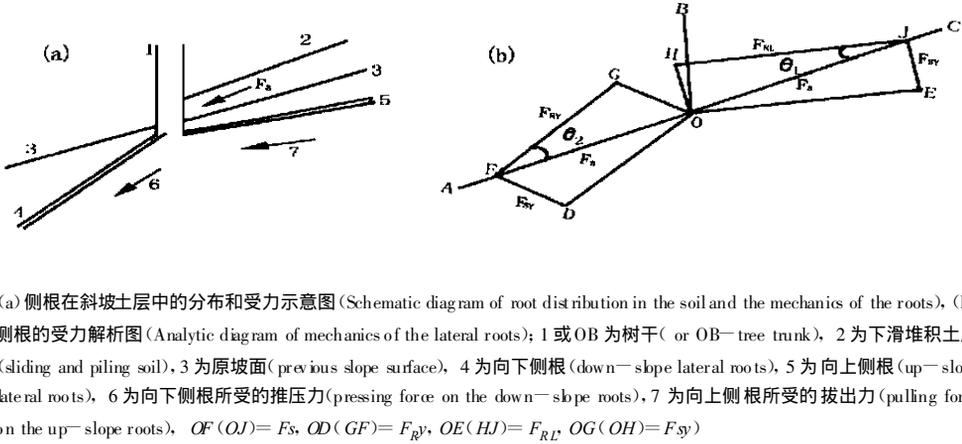


图 2 在受到  $F_S$  时的根系力学分析

Fig. 2 Mechanics analysis of the root system under  $F_S$

1.2.3 拱顶效应

如果斜坡上横向排列的树木相隔距离足够近, 当土壤下滑并绕树桩向下迁移时, 在两树上坡一侧出现土壤拱弧, 树干成为拱台(图3)。这种拱弧如同拱桥上的桥拱, 两树干如同承受着压力的两个桥墩。一般情况下, 出现土壤拱弧的滑动土层可能是堆积在相对稳定土层上的浅层残积土、堆积土或沙质土。当有两棵以上的松树横向一字排开, 树干的斜向支撑作用就有可能产生拱顶效应; 两树之间拱弧上的拱顶压力为  $P_2$ 。根据前人的工作, Wu<sup>[5]</sup> 对拱顶效应进行了周密分析, 把  $P_2$  表示为

$$P_2 = \frac{\gamma H \cos\alpha (B/H \sin\alpha - B/H \cos\alpha \tan\varphi - K \tan\varphi)}{2 K \cos\alpha \tan\varphi} \times (1 - e^{-2 K x/B \cos\alpha \tan\varphi}) + 0.5 K e^{-2 K x/B \cos\alpha \tan\varphi} \quad (6)$$

$$B = \frac{HK (K + 1)}{\cos\alpha (\tan\alpha - \tan\varphi)} \quad (7)$$

式中  $\alpha$  是坡度角,  $\varphi$  是土壤的内摩擦角,  $B$  是相邻两树有可能产生拱顶效应的最短距离,  $x$  是土壤拱弧与相邻两树连线的距离, 在本文中设  $x = 0.5 \text{ m}$ 。由于  $P_1$  和  $P_2$  的存在, 相邻两树中每一树干支撑的土压力总量  $P$  为<sup>[5]</sup>

$$P = 0.5 K \gamma H^2 (B + D_T) - HB P_2 \quad (8)$$

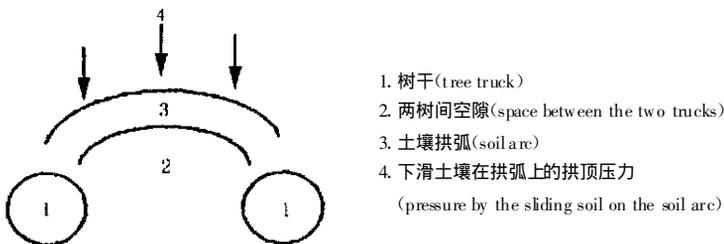


图 3 拱顶效应中树干间产生土壤拱弧并支撑下滑土壤的现象示意图

### 1.2.4 对坡面稳定性的影响

根据有限坡长的土层稳定性分析, 假设所研究的斜坡松散土层的潜在滑动面与坡面平行, 深度为  $H$ , 坡面物质为松散堆积物, 即  $c = 0$  则潜在滑动土层的安全系数  $F$  值可表示为<sup>[5,9]</sup>

$$F = \frac{S_S + S_T}{\gamma H \sin \alpha} = \frac{(\gamma H \cos \alpha \tan \varphi) + P / HD_T}{\gamma H \sin \alpha} \quad (9)$$

式中  $S_S$  是土壤本身的抗剪强度,  $S_T$  是由于树干的作用而提高的抗剪强度。

## 2 结果与分析

### 2.1 现象观测

树干斜向支撑作用普遍存在于紫溪山林区, 在陡坡地段尤为明显; 树干上坡侧与下坡侧的地表高差在 20 cm ~ 40 cm 不等, 有的可达 97 cm。在研究地点 10 m × 20 m 的样方内, 共有松树 14 棵, 树高 15 m ~ 22 m, 基径在 15 cm ~ 43 cm 范围内, 平均 22 cm 或 0.22 m。样方内有一层建筑工程废土, 平均厚度约 0.40 m, 废土顺坡下滑在松树基干受阻后, 仍有沿基干两侧绕行继续下滑的趋势, 在树干基部形成平均 0.37 m 的树基地表高差。一些松树大致沿水平方向分布, 两树间距多为 3 m ~ 9 m, 最短 1.2 m。在树干密集的坡段, 树基上下地表高差更为明显。

### 2.2 松树的锚固作用潜能

根据在滇西北的研究<sup>[1,9]</sup>, 云南松侧根的根土粘合强度  $S_R$  较高。如借用滇西北云南松侧根的根土粘合强度与根直径的关系, 本研究可以作近似计算, 得到  $S_R = 1.9 \text{ kN/m}^2$ 。按本文 1.2.1 节中的设定, 并设  $\theta_1 = \theta_2 = 30^\circ$ ,  $D_R = 0.05 \text{ m}$ ,  $L = 1 \text{ m}$ , 根据式(1) ~ (3), 两侧根对树桩所能提供的锚固力  $F_A$  为 0.60 kN, 每一侧根本身可能对  $F_S$  的最大阻力为 0.34 kN。如果两条侧根的最大锚固力同时被调动起来, 整个根系所能承受的最大抗滑力或最大锚固力为 0.69 kN。

### 2.3 单株树干的扶垛效应潜能

在观察样地内土层深 0.25 m 处采土样, 测得废土的重度为  $\gamma = 17.35 \text{ kN/m}^3$ <sup>[1]</sup>, 工程废土的内摩擦角  $\gamma = 21.4^\circ$ 。根据式(5)可得到 14 棵树一株树干受到的土压力或扶垛效应量值(表 1)。从表 1 可见, 观测样方中  $P_1$  值最高可达 0.42 kN(C7), 最低也有 0.05 kN(C8), 平均 0.17 kN。这样, 在观测样地内, 14 棵松树的总抗滑力为 2.34 kN。

表 1 单株树干的扶垛效应潜能

Table 1 Potential of buttering of a single tree trunk

观测项目	树干序号														
	平均	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14
基干地表高差(H/m)	0.42	0.34	0.40	0.34	0.29	0.45	0.47	0.27	0.31	0.35	0.38	0.36	0.42	0.32	0.37
树干基径( $D_T$ /m)	0.35	0.22	0.29	0.20	0.14	0.31	0.34	0.12	0.15	0.16	0.18	0.16	0.34	0.18	0.22
扶垛效应量值( $P_1$ /kN)	0.34	0.13	0.26	0.13	0.07	0.35	0.42	0.05	0.08	0.11	0.14	0.12	0.33	0.10	0.17

### 2.4 多株松树的拱顶效应潜能

观测样地的坡度为  $\alpha = 36^\circ$ 。根据式(6) ~ (8), 并设  $x = 0.5 \text{ m}$ , 样地内相邻两树可能产生拱顶效应的最短间距  $\beta = 1.44 \text{ m}$ 。在这一间距内, 出现拱顶效应的两树之间拱弧上的拱顶压力  $P_2 = 1.66 \text{ kN}$ ,  $P_1$  和  $P_2$  在相邻两树中每一树干上的总压力  $P = 0.38 \text{ kN}$ 。这一结果表明, 当  $B$  在 1.44 m 之内时, 产生拱顶效应的两棵树中的每一棵将支撑 0.38 kN 的下滑土压力。

### 2.5 坡面稳定性分析

根据式(9), 可以得到由堆积工程废土构成坡面的稳定性系数(表 2)。第一种情况, 即  $S_T = 0$  时, 斜坡松散物质的稳定性系数  $F$  值为  $F = 0.54$ , 表明这层由堆积废土构成的坡面是一个不稳定的斜坡。第

1) 在昆明理工大学电力工程系土工实验室采用野外土样快剪方法测定。

二种情况是在单株树干的抗滑作用影响下, 松散物质的  $F$  提高到  $F = 1.10$ , 使坡面成为基本稳定坡面。第三种情况发生在树木密集处, 拱顶效果产生更为明显的稳定作用,  $F = 1.22$ 。根据本文 3.1 节的结果, 在给定条件下树木侧根产生对树干的 最大锚固力时, 即当两侧根所能承受的最大  $F_S$  总量  $0.69 \text{ kN}$  出现时, 坡面稳定性系数将达到  $F = 2.82$ 。

表 2 树干斜向支撑作用对坡面稳定性的影响

Table 2 Influence of lateral supporting of tree trunk on slope stability

坡面情况	$S_T$ 的量值	$S_S$ 的量值	$F$ 的量值
没有树木时	/	2.023	0.54
有树木生长时	单株树干的影响	2.025	1.10
	多株树干的影响	4.545	1.22
	单株树干的 最大影响	8.467	2.82

### 3 讨论

#### 3.1 关于锚固效应及其潜能

斜向支撑作用的基础是锚固作用, 它涉及树干、根系与土层甚至岩层的相互关系, 作用程度和量值取决于树木生长状况和强度性质、土壤与斜坡的性质等。为了计算方便, 本文中在 1.2.1 节和 2.2 节中对根系作了理想化处理。实际上, 研究地点的侧根可以有多条, 直径渐细, 伸展方向和粗细长短不一, 力学过程十分复杂。当  $F_S$  作用于树桩时, 各侧根将不同程度地受力, 其大小和方向不同, 而且随时间、随其他侧根受力情况的变化而变化。因此, 1.2.1 节和 2.2 节中对根系所作的假设, 存在着使  $F_A$  的真实值的预测结果偏低的因素。比如, 1. 本研究假定只有向上和向下两条侧根, 忽视了其他许多侧根的作用, 这在很大程度上低估了整个根系的锚固力; 2. 一条  $D_R = 0.05 \text{ m}$  的侧根, 在其  $L = 1 \text{ m}$  以外连续伸延的根段仍将提供对树桩的作用力, 由于计算上的困难, 这些作用力在本研究中没有被列入计算; 3. 除侧根外, 松树的主根同样也行使锚固作用, 同样由于计算上的困难, 其作用末在本文中给予考虑。另外, 上述假设同样也存在使预测值偏高的因素。如各根被视为同时受  $F_S$  的影响, 同时产生对拔出力  $F_{RL}$  和对推压力  $F_{RY}$  两者的反力的最大值来抵消  $F_S$  的作用; 实际上这是不可能的。因此, 对  $F_A$  的预测结果仅仅是在理想条件下的参考量值, 与真实值有偏差。目前还很难估计该值的偏差量。然而, 从总的来看, 本研究低估锚固力的因素更多, 程度更高, 对  $F_A$  预测值应该低于  $F_A$  的真实值。

#### 3.2 斜向支撑作用的护坡意义

日本学者 Tsukamoto<sup>[7]</sup> 曾把可能受植物影响的斜坡分为 4 类, 其中之一就是由不稳定的上覆土层和稳定性较高的深层土层组成的斜坡, 与本研究地点的情况相似。在 4 类斜坡中, 此种坡面受植物加固的效果很明显。结果表明, 本文研究地点的原有土层是稳定的自然坡面, 土壤深厚密实, 生长良好的树木根系锚固作用强。树干能够强有力地支挡下滑的表层废土, 使本来不稳定的松散物质得以在坡面相对稳定地堆积, 不至于下滑至深沟中去。根据表 2, 仅就浅层松散物质而言, 其稳定性系数  $F = 0.54$  很可能发生下滑迁移。受单株树干斜向支撑作用的影响, 浅层坡面的  $F$  值提高到 1.10, 使坡面相对稳定。根据表 2 的结果, 如果以树根可能提供的最大锚固力来计算, 坡面的  $F$  值可以达到 2.82。本研究只是把研究地点的工程废土视为均质的土壤。实际上, 废土中有大量砾石、岩块, 它们下滑至树干处受阻静止, 阻挡了更多的下滑土石。再一方面, 经过多年的土壤发育, 原来松散的坡面物质已经具有了一定的聚合力。因此, 该土层本身的  $F$  值实际上应该高于 0.54, 现有土层的  $F$  值由于松树的斜向支撑作用也应该高于 1.10。

本研究讨论的是乔木提高工程堆积土层的稳定性的问题, 但是乔木的这一作用可以发生在非工程堆积土坡面。斜向支撑作用还可以与以前我们曾研究过的云南松侧根的牵引效应<sup>[8,9]</sup> 同时发挥作用, 对表层和浅层坡面起到较好的保护作用。在广大的西南山地, 表层和浅层不稳定性十分普遍。在许多地

区, 坡面破碎, 地表物质松散, 下滑趋势强劲, 经过长期的土壤侵蚀, 斜坡的几何形态和土壤力学性质有可能使整个斜坡稳定性下降。在森林发育好的地区, 乔木可以通过其斜向支撑作用和侧根的牵引效应来稳定斜坡。我国西南山地有许多的矿区, 工程废土和尾矿堆积成的坡地很多。在这些斜坡上的原有或新营造的林木都有可能通过乔木的斜向支撑作用固持浅层松散物质, 提高坡面的稳定性。

本研究旨在了解乔木树干与根系在斜向支撑过程中的一般作用、潜能, 而不是获得所有的微观细节和一套精确的量值。因此我们在观测、分析中采用了理想化、典型化和近似计算的方法, 取得的初步结果证实了乔木的存在的确提高了被考察坡面的稳定性, 使一个很容易发生滑动的坡面成为一个相对稳定的坡面。由于国内外对斜向支撑作用的深入研究不多, 可借鉴的成熟方法很少, 本研究在国内首次对斜向支撑作用进行了初步的定量讨论, 有较大探索性。

#### 参考文献:

- [1] 周跃. A Case Study on Effect of Yunnan Pine Forest on Erosion Control[M]. 成都: 西南交通大学出版社, 1999.
- [2] Coppin N J, Richards I G. Use of Vegetation in Civil Engineering[M]. CIRIA, London; Butterworths, 1990.
- [3] Gray D H, Leiser A J. Biotechnical Slope Protection and Erosion Control[M]. New York; Van Nostrand Reinhold, 1982.
- [4] 邵全, 韦敏才. 土力学与基础工程[M]. 重庆: 重庆大学出版社, 1997.
- [5] Wu T H. Slope stabilization[A]. In: Morgan R P C, Rickson R J. Slope Stabilisation and Erosion Control: a Bioengineering Approach[M]. London; E & FN SPON, 1995, 221~264.
- [6] 周跃. 云南松林侵蚀控制潜能[M]. 昆明: 云南科技出版社, 1999.
- [7] Tsukamoto Y, Kusakabe O. Vegetative influences on debris slide occurrences on steep slopes in Japan[R]. Proc. Symp. Effects of Forest Land Use and Slope Stability, Environment Policy Institute, Honolulu, Hawaii, 1984.
- [8] 周跃, 徐强, 骆华松. 乔木侧根对土体的斜向牵引效应研究(I)原理和计算[J]. 山地学报, 1999, 17(1): 4~9.
- [9] 周跃, 徐强, 骆华松. 乔木侧根对土体的斜向牵引效应研究(II)野外直测[J]. 山地学报, 1999, 17(1): 10~15.

## LATERAL SUPPORTING OF TREES AND ITS SLOPE-STABILIZING SIGNIFICANCE

ZHOU Yue<sup>1</sup>, LUO Hua-song<sup>2</sup>, XU Qiang<sup>2</sup>, CHEN Xiao-ping<sup>1</sup>

(1. *Yunnan Institute of Geography, Kunming 650223, PR China;*

2. *Geography Department, Yunnan Normal University, Kunming 650223, PR China)*

**Abstract:** Lateral supporting of trees refers to the mechanic effect of trees on supporting and stabilizing shallow soil on problem slopes, through anchoring trunks which have certain strength into deeper and more stable soil layer by roots. It stops sliding soil and forces it piling up on the up-slope side of the trunks, hence curtailing soil movement and stabilizing slopes. The presupposition of lateral supporting of trees is a firm anchorage into deeper soil layer by its root system. Based on the mechanical processes, lateral supporting could be divided into two sub-effects: buttressing and arching. Buttressing is a lateral restraint against shallow slope movement, provided by firmly anchored, rigid tree trunks. When taproot and sinker roots of many tree species penetrate into the deeper soil layers, they not only anchor them against

down-hill movement of the upper portions of the soil. Where trees are sufficiently close together, the soil between the non-buttressed parts of the slope may gain strength by ‘ arching’ .By this , it is meant that the shallow soil layer may yield and arch between trees when soil attempts to move through and around a row of trees anchored in an unyielding layer. The magnitude of the lateral supporting is determined by the diameters and strength of tree trunks and roots, the inclination of the yielding portion of soil profile, the spacing and shear strength properties of soil.

The Yunnan pine trees closely spaced in the research areas are believed to perform buttressing and arching functions. It can often be observed that some trees restrain the downwards moving soil on steep slopes, leaving a difference in soil surface height between up-slope and down-slope sides immediately near the trunks. This paper takes a pine forest in central Yunnan as an example to conduct a preliminary and quantitative exploration into the mechanical effect mentioned. As shown by the results, the roots can provide an anchoring force of 0.69 kN. The lateral supporting force of a single tree may reach to 0.42 kN at its highest level and 0.17 kN at its average value. When the trees’ space is within 1.4m, the arching force may reach to 0.38 kN. With inference by the lateral supporting effect, the safe factor ( $F$ ) of the shallow and engineered soil piled on the slope studied has been raised from 0.54 to 1.09, and the shallow waste soil has been stabilized to a certain extent. If under some special circumstances, the highest anchoring force is fully mobilized to supporting the sliding soil, the safe factor may reach up to 2.82. This study is the first of this kind on the lateral supporting in China. It indicates the results of the lateral supporting of the Yunnan pine, and shows a preliminary potential of the this effect.

**Key words:** trees anchorage; effect of lateral supporting; slope stabilization