

树木减少滑坡的作用有多大

J. G. Hawley, J. R. Dymond

摘 要 本文提出了一种计算树木减小丘陵山区浅层滑坡的影响范围的方法。数字成像的计算机工作法用来研究小山坡的航片,在该照片上可以看到大范围栽植的树木和滑坡断痕。得出了侵蚀面积平均比率及其同树木距离的曲线图,由图推算出了树木影响范围的平均值和受树木保护,没有发生滑坡的地面面积,还估算了在其它地方栽植树木有可能保护山坡不发生滑坡的土地面积。为了证实这一方法,用一在大暴雨期间发生过滑坡的小山坡作了研究。计算得出的侵蚀面积平均比率及其同树木距离的曲线图说明,有滑坡趋势的地方距离树木较远。由于树木不是事先有意地栽植在不大可能出现滑坡的位置,因而,有人推断这种选择是由于树木的某种作用所致。这种作用随着与树木的距离增大而减低,在距树11米(36英尺)处已很微弱。暴雨使研究区20.9%的面积直接失去发展草场的生产潜力,这种破坏作用或者是由滑坡,或者是由泥石流堆积,或者是由二者共同造成的。该研究方法预测,如果没有这些白杨树,受破坏的面积将可能是24.2%,也就是说,研究区3.3%的面积免于直接的生产损失。因此,这些树木使暴雨的破坏损失减少了13.8%。如果树木是以10米的间隔作网状配置,并全部成活,则暴雨的破坏损失最少可降低70%。

从多种岩性组成的小山坡上清除森林,将促使滑坡数目增多,关于这一点有充足的证据。这更加强了人们的一般看法,即树根的力量和蒸发趋向于减小滑坡的影响范围,而树木重量和暴雨期间的雨水密度等其它作用,则趋向于增大这一范围。这些及其它因素已使人们产生了这样一个信念,即生长在小山坡上的树木可以阻止邻近土体的滑动。然而,直到最近由于气象和现场状况方面的资料不足,测量、预测树木对某坡面有稳定作用的努力被迫停止。同地理、土壤和树木根系一样,降雨和土壤毛管水状况的时空分布也十分重要。无论假定的树木的这种作用是由于根的强度还是由于树木对土壤毛管水压力特性的影响,这一点都是确切的。

在本文我们提出了一个测量树木对某一坡面稳定作用的方法,而无需气象和现场状况的资料。

一、树的密度 树是以各种密度种植在山坡上的,它们可以归为下列几类:(1)林地,密度一般为每公顷400株以上,比如每英亩980株;(2)农林兼用地,一般为每公顷100株,有时为每英亩250株。举例来说,以10米间距网状配置的林地中可以放牧;(3)大间距栽植,密度一般为每公顷20到50株(或50—125株/英亩),放牧是这种土地的主要利用方式。有时把这种栽植叫做“留间距栽植”; (4)孤立木。

本文描述和说明的方法可用于上述的第三种类型——大间距栽植的树木。但是,我们已得到的结果却同其它三种类型有关联。

我们的方法提供了每株树木影响某一降雨事件下滑坡发生的平均影响范围(半径)和无树木时暴雨侵蚀地面面积的资料。

二、研究方法 这种方法的基础是确定滑坡断崖的发生位置距树木的远近。如果到最近一棵树的距离用 r 表示,在任一距离 r 处侵蚀面积百分比用 b 表示,则本方法就相当于检

验 b 同 r 之间是否有某种一般关系, 即 $b=f(r)$ 。

可以预计, 当 r 变大时树木的作用将变小, 亦即当 r 相当大时, $f(r)$ 将趋于一个 b 为常量的渐近线。树木的影响可忽略不计的位置, 或“中等”树影响范围的半径可用 r_0 表示 b 的渐近线值用 b_c 表示, 详见图 1。

当出现引起滑坡的暴雨时, 如果山坡没有树木, 则我们就可以设想在小于 r_0 的 r 处从渐近线 $b=b_c$ 上将不会出现 $f(r)$ 观测值的任何偏差。因此, 图 1 中曲线 $b=f(r)$ 与渐近线 $b=b_c$ 之间的阴影面积将给出受中等树木保护而未发生滑坡的地面面积。这种关系可表示为:

$$\int_0^{r_0} 2\pi r [b_c - f(r)] dr \quad (1)$$

这种方法依据这样一个假设, 即每棵树并不是始终如一地栽植在比其附近或树距小于 r_0 的地块更易或更难于发生滑坡的地块上。

为了获得一条有意义的光滑曲线 $b=f(r)$, 有必要选用一块长有很多树 (最好是 100 株以上) 的研究区。同时, 在推导 $f(r)$ 的过程中使用一台能处理数字成图的计算机也是很适当的。在这样一个体系中, 树木的 x 、 y 座标连同被侵蚀地面 (滑坡断崖) 的位置被一起记录。被滑坡所移动的树木, 其最初位置必须借助原来的航片或植树计划和当地农民的记忆进行估测来得到。该体系的下一步工作是沿半径方向依次仔细观察每棵树的四周, 记录不同距离 r 处所遇到的受侵蚀面积百分比 b 值, 各个 x 值所对应的 b 值以全部树木作平均后, 即得到 $b=f(r)$ 。

三、举例 1985 年 3 月 1 日, 新西兰的吉斯包恩地区遭到了暴雨打击, 这场暴雨引起周围许多小山丘的浅层滑坡。这些小山丘用作牧场已近一个世纪, 其表层是松散的和紧密接合的泥岩, 火山灰覆盖了山脊和缓坡。我们在纳塔帕的特·鲁阿站选择了一组丘陵山坡来进行实例研究。

在 1968 年和 1971 年, 大约有 250 棵意大利白杨 (*Populus x euramericana*) 已经按照 20 米的间距, 以正规的网状结构配置; 为了控制沟壑, 在 1971 年另外还栽植了 50 棵杨树。162 棵留间距配置的杨树和 38 棵用于控制沟壑的杨树成活长大之后, 形成了一不规则的网状系统。之所以造成这种有死树的状况, 其原因可能是由于动物啃咬树木, 也可能是由于植树的地方特别干旱。同较潮湿的地方相比, 这种地方一般认为不会有滑坡发生。因此, 本研究很谨慎地偏重于说明, 树木是增加了而不是减小了滑坡的影响范围。

1985 年 12 月摄制的彩色航片, 是用一部连接在图象处理计算机上的视频摄像机完成的。从不种植树木的面积中和不可能遭受侵蚀的面积中分离我们所关注的丘陵坡地面积的方法, 是涂黑这两种地块, 留下的就是研究区面积, 为 180570 平方米 (45 英亩)。然后对数字图象依据滑坡断崖进行交互性分类, 亦即根据剪切崩塌的投影分类。

交互性分类是通过改变制图时的白色亮度, 并按照实际时间把得到的图同用肉眼从航片上观测确定的滑坡断崖图形作比较来完成的。所用的亮度范围是指能在最为准确地反映航片

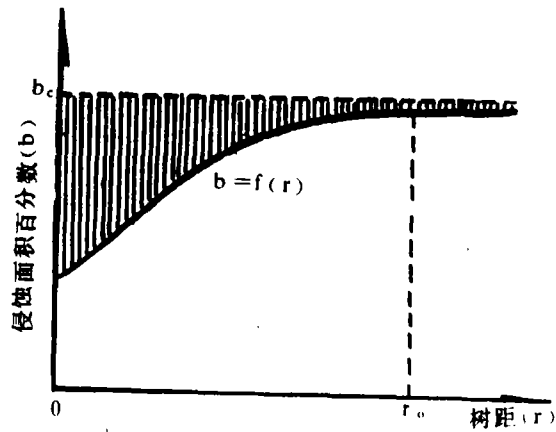


图 1 地面侵蚀面积百分比 (b) 与距树木距离 (r) 的假定关系。当 $b=f(r)$ 位于渐近线 ($b=b_c$) 以下时, 图中的阴影部分就表示免于发生滑坡的面积。树木的作用可延伸到 $r=r_0$ 处。

可见图形的荧光屏上显出图形的亮度。已经考查过研究区，并已获得地面真实情况的操作人员，能够在航片上识别出滑坡断崖和它们尾部间的分界线。

研究区滑坡断崖面积是总面积的 $5.8 \pm 1.4\%$ ，这同图中算得的一致。操作人员确信，交互性分级的上限以下和下限以上之间的部分，包含着滑坡断崖的最准确形状，对此进行分析即可得出正负值。对滑坡断崖和泥石流尾部的面积作了同样的测量，结果发现它们是研究区面积的 $20.9 \pm 4.0\%$ 。

我们把每棵树的位置都记录在原本档案里，然后通过计算机程序计算同每棵树有函数关系的侵蚀地面的平均百分比，得出一条未修正的曲线（图2）。由于留间距配置和控制沟壑栽植的树木，当进行单独研究时差异很小，因而我们把这200棵树的研究结果作了综合。

因为发生在树冠下的滑坡断崖难以识别，所以，由计算机得出的曲线（图2）需要修正。只要树冠半径的统计分布已知，就可进行修正工作，在这一研究中，我们发现该统计分布近似呈正态分布，其均值是4.50米（14.7英尺），标准差为1.87米（6英尺）。对每一 r 值，用无树冠覆盖的地面百分比，即影响范围小于 r 的树木百分比划分曲线，可对曲线进行修正。在图2中，修正后的曲线以短线表示，在 r 小于3米（10英尺）的位置，该曲线对修正很敏感，使曲线在此根据不足。不过，曲线被保守地面为一条近平缓的渐近线，结果使树木的效益被低估。

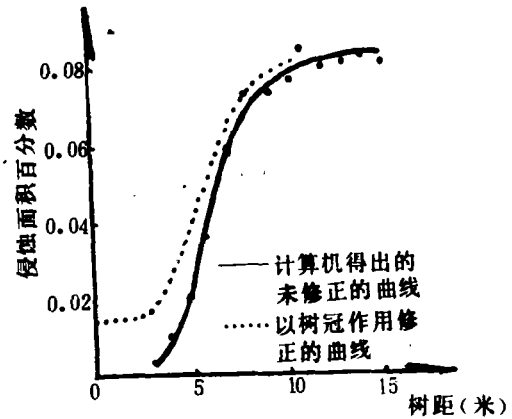


图2 被侵蚀地面的百分比同树距的一般关系曲线。

用修正曲线评价方程（1）就会发现，中等树能够保护8.4平方米的地面不遭受破坏。

200棵树可使1680平方米的地面受到保护。据测量，发生滑坡断崖的面积是10473平方米。由此看来，树木使滑坡断崖的面积减小了 $1680 / (10473 + 1680)$ 或13.8%。

如果我们假定泥石流尾部面积同滑坡断崖面积的比率在无树、有树的情况下测得的结果相同，则树木可使滑坡断崖面积和泥石流尾部面积减少13.8%。若将这个数用于研究区面积20.9%的滑坡断崖和泥石流尾部观测区，那么，在没有树木的情况下，将有24.2%的丘陵山坡直接失去草场生产力。所以说，这些树的作用是保护了研究区3.3%的面积免受直接的生产损失。

四、讨论 树木是按规则的网格状或随意栽植的丘陵山坡，可用本方法进行研究。如果每棵树是始终如一地栽植在比邻近（不到15米或50英尺远）地块更易于或更难于发生破坏的地块上，则获得的结果是有偏差的。在我们的研究区，树木是长在对滑坡断崖更敏感的地方，故得到的结果有可能低估树木的影响。假若事实正好相反，即树是始终如一地长在不可能发生破坏的位置，得到的结果将偏向于夸大树木的效益，在此种情况下获得的结果是无效的。但是，在稳定性较差的整个坡面上比其它地段优先栽植树木这样一个事实，没能使本研究方法无效，这是因为这个方法没有考虑最短树距大于15米的位置的情况。

真正有代表性的研究区应当有一条横截滑坡断崖和泥石流尾部的外围边界，它同区内的滑坡等事件成比例。因为研究区边界很有可能画在稳定的地面上，所以，以典型树得到的百

新人文地理学

M. S. 劳, J. R. 萧特

一、引言 《地理学进展》的创刊号于1969年出版,在刊物创刊21周年之际,有必要对其宗旨和目的再作一次评析。本文将考察进步的概念,让我们先从定义入手。

地理科学的进步,常常被定义为地理学家使他们的研究领域变得更具可知性的能力。像所有社会学科一样,这里存在着下定义的问题。更具知识性和可知性是什么意思?另一个更重要的问题是谁来决定这种进步是什么?学术研究来源于商界和政府,在安排研究项目方面起至关重要且举足轻重作用的大千世界中,有时用一般的方式,有时则用特殊的方式。当然,这在以前就有人观察过。例如,在介绍英国80年代初有关大学的自主性时,David Smith就曾注意到学术活动越来越多地受到政府干预。如今,在强化一个已建立起来的学术方面——通过设置不同的研究项目——学术委员会使这种干预变得更为明显。

我们认为,人文地理学中的进步不是超然于社会影响或政治干预之外的。探求知识是一种政治行为。没有一项研究是不带政治色彩或没有政治价值的,像教师和研究人員这些我们习以为常的角色同样受着政治和社会的影响,不同的是他们受到这种影响却不必要妥协罢了。

地理学史中一个重要的因素是有关与外部世界的交往。Noam Chomsky 在其“危机时代大学的作用”一文中,指出了这样一些问题:“人们经常呼吁,要求大学要为外部社会的需要服务,即大学的活动要与一般社会事务相关联。从这一角度出发,这种要求是合情合理的。然而,反映在实际生活中,则常常是只为现存的社会机构提供服务,这些机构有权明确

分数(图2)与从整个研究区得到的百分数将出现小误差。我们偏向于以典型树的计算结果为基础。

图2可用来确定以不同间距栽植的树木的作用大小,以10米间距栽植、成活率为100%的树木对各处的影响,估计是最小的,在图2中表示在0和5之间的位置。这就假定邻近树木的影响不是叠加的,其影响只受最近树木的制约。按此间距计算,暴雨的破坏至少可被降低70%,研究区免受直接草场损失的面积百分数可达17%。根据在主要暴雨事件中保护的有生产潜力的土地数据,就有可能计算出白杨树对草场长期生产力的长期影响。托马斯(Thomas)和特鲁斯特鲁姆(Trustrum)曾建立了一个模拟模式,计算特定侵蚀事件分布下的草场生产力预计损失。在这个模型中,通过计算避免滑坡的面积和减小模拟的侵蚀事件的严重性可把白杨树的作用包括进去,这项工作目前正在进行。

由于土壤变化、地貌和环境因素的影响,白杨树减小滑坡的作用因地而异。免于发生滑坡的部分可能取决于暴雨强度和土壤侵蚀历史。有更多的地方需要分析研究这些因素是怎样影响了白杨树减少滑坡的效能。我们的研究结果同树木的密植(作为林业或农林业兼用)和每一株树有关。这种研究方法为确定合理的植树间距,保护坡面土壤提供了重要资料。

(参考文献略)

李中魁译自《Journal of Soil and Water Conservation》,1988年,11—12月,贾新美校