

# 植被工程在黄土滑坡防治中的重要地位

王继武 傅传元

(铁道部科学研究院西北研究所)

所谓植被工程，就是用人工（或机械）种草种树，在一定的地区内构筑起完整的覆盖大地的植物及其群落的各项工程。把植被工程应用于黄土高原防止水土流失，防治山区崩塌、滑坡、泥石流等自然灾害，有其重要的生态意义和显著的经济效益。因此，把防治山地自然灾害的措施，寓于本地区的群众性种草种树的发展战略大计之中，对于开发大西北，振兴黄土高原的经济建设是非常重要的。

—

**植被破坏，导致水土加速流失，危及山体的稳定性，构成了黄土高原主要的自然灾害。**

黄土高原新构造运动十分强烈，山体和山地变形现象十分突出。它是我国滑坡、泥石流最发育的区域之一。黄土滑坡的滑体物质主要为第四系黄土，分布于我国黄河中游及其支流泾河、渭河、洛河等流域和陕、甘、青黄土高原地区。由于黄土及类黄土在我国分布甚广，所以黄土滑坡成为我国经济建设，尤其铁路、公路、水利、采矿等方面的严重危害。防治黄土滑坡是工程前期及经济建设中的重要研究课题。纵观黄土滑坡产生的机理，它不仅是地质、地形、气候等自然地理条件综合作用的结果，而且与人类经济开发活动是否得当有密切关系。在整治、防治黄土滑坡中，人们日益认识到，植被稀疏与山地自然灾害频繁关系更为密切。

历史上早就有了关于利用植被保护山坡的大量记载。据历史记载，西周时期，西北黄土高原的森林覆盖率达53%。秦汉时期，甘肃一带的自然风貌是“大山乔木，连跨数郡，万里鳞集，茂林荫翳”。但是，自唐末以后，由于封建统治阶级不重视造林保护，长期垦草种粮，毁林开荒，加之连年战争摧毁，几百年来使黄土高原大部成为光山秃岭。现在，甘肃省森林被覆率只有6.9%左右。随着植被覆盖面积的缩小，水土流失日益加重。严重的水土流失以溯源侵蚀、下切及侧蚀等方式切割地面，镂刻出陡坡悬崖、深沟大壑、陷穴溶洞等多种形态的地貌，残梁孤丘林立，沟壑纵横，支离破碎。沟谷密度最高地区达到6公里/平方公里，一般都在3—4公里/平方公里。其沿岸边坡地带为滑坡、泥石流的发生提供了物质条件。由于大面积的植被破坏，生态失去平衡，地面及地下水系统的改变，破坏了黄土高原原有的稳定性。在其他营力的作用下，常常发生崩塌、滑坡、泥石流等自然灾害。据不完全统计，仅甘肃省近30年来，在白龙江、渭河、泾河流域及黄河各地已发生大小滑坡596次，给国家经济建设和人民生命财产造成很大的危害。另据铁道部门统计，宝天线30余年来，因发生滑坡而中断行车达195天，铁路客货运输计划被迫改变，所造成的直接损失和间接损失更是难以计算。仅整治病害的投资平均每公里高达169.4万元。甘肃的公路交通遭受崩塌、滑坡、泥石流灾害也十分严重。近3年来，用于整治公路路基病害投资就达890多万元。农田、村庄遭受滑坡、泥石流灾害也是惊人的。1973年4月因多雨，甘肃庄浪、静宁两县发生了大小滑坡180多处，给两县人民生命财产造成了很大损失。1983年3月，甘肃东乡县洒勒山发生了近30年来省内最大的一次滑坡灾害，给处于滑坡范围内的4个生产队造成

了毁灭性破坏。兰州市近50年来，曾造成泥石流灾害的有20多条沟，西固区洪水沟1964年7月20日泥石流冲击工人住宅区，将20余栋平房冲毁和埋没，使人民生命和财产遭受了严重损失。

## 二

**植被工程是综合治理山坡灾害的一项有重要意义的工程，对于为巨厚黄土所覆盖的西北黄土高原地区来说尤为重要。**

植被工程对于保持水土、防止泥石流具有独特的巨大效能；对于防治浅层滑坡是有效工程，即使对于滑坡面埋藏较深的滑坡，在防治上也是一项重要辅助工程。它在滑坡、泥石流防治中主要有三个方面的作用：固土，蒸腾，截流。

1、**固土。**采用种草种树加固山坡以后，植物的根系呈网状，盘根错节，纵横交叉，在土壤的结构上起到网结和桩固作用，增加土的抗剪强度。据《国防工程地质学会学报》(Bulletin of T.A. E.G.)报道，安德(Endo)和左鲁特(Tsurute)通过现场所取带有活根的一批土样进行剪切试验的结果表明，土壤抗剪强度的增加与根的密度成正比(图1)。曼比延(Manbeian)1973年用包含有活根系的土样在实验室作剪切试验，研究根系在土的抗力中的效能。研究结果表明，由于根的存在其峰值强度和残余强度一般分别增加1—3倍。

2、**蒸腾。**排水是防治黄土滑坡的有效工程措施之一。黄土滑坡的一个主要特征是黄土底部受水泡软成为滑带。而植被工程在配合排除地表水和地下水工程中占有一定地位，对浅层黄土滑坡，效果更为显著。

植物的蒸腾作用使它们从下层土壤中吸取水分，从而降低土壤的含水量。它的根系能延伸到地下好几米，甚至十几米，分布在具有不同含水状态的土壤中，把渗进土体很深的有效渗入水吸取出来。植物的蒸腾能力取决于其本身的生物学特性、结构差异、发育情况和生理状态。苏联地植物学家B.M.斯维什尼柯娃认为，单位面积上植物支出的水分按下列方法计算：以一公顷面积上一种植物的植株数，乘一株该种植物在一天的蒸腾水分损失数量(在生长期的不同时间内)。得出在一定日期一公顷面积上该种植物全部植株一天的水分支出。这一数值再乘以随后的蒸腾日进程(在整个生长中有好几次)之间的晴天日数。将获得的植物生长期各个时段的水分支出总量相加，就得出该植物种在整个生长季节的蒸腾水分总支出量。

甘肃庆阳水土保持站魏秉玉同志曾在子午岭对林地、灌木、草地均设有径流小区，雨后观测径流量，并定期观测土壤含水量，求得植物蒸腾量，其计算公式是：

$$Z = X - Y - W \pm \Delta U$$

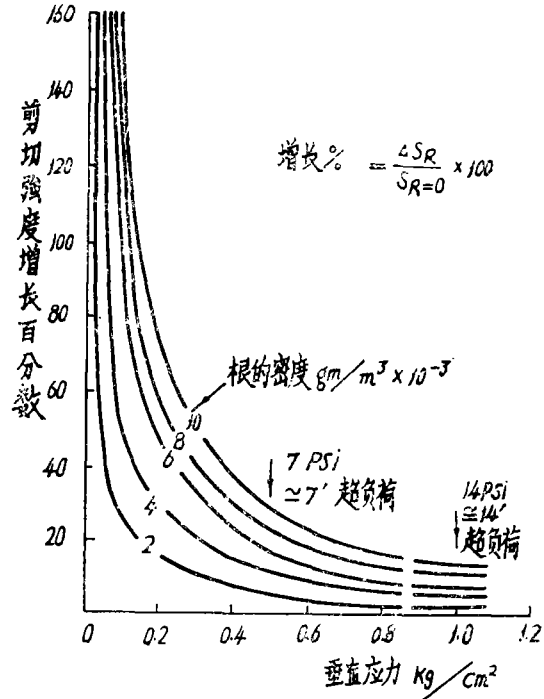


图1 土壤抗剪强度与根系密度及垂直应力的关系

式中：Z——一定土层内植物蒸腾，包括土壤蒸发量（毫米）；  
 X——实测降雨量（毫米）； Y—径流量（毫米）；  
 W——渗透量（毫米）；  
 $\Delta U$ ——某时段实测不同土层内前后两次水量差数（毫米）。

1961—1962年植物蒸腾量实测成果表

植物名称	1961.5—8		1962.4—10		备注
	蒸 腾 量		蒸 腾 量		
	毫 米	%	毫 米	%	
林 地	384.7	131	396.3	119	本表数字
灌 木	339.4	115	383.3	115	以 8 米土
草 地	294.1	100	333.1	100	层计算

实验观测表明，一棵树好比一架抽水机，一公顷林地的树木每天要用根系从地下吸收70—100吨水。这样的计算自然可能大些，但它给人一个粗略的概念。普里克朗斯基《野外植物学》第一卷185页，E.M.拉甫连柯著）为了说明植被的蒸腾作用，于1937年在美国犹他州艾斯卡兰特河谷曾经对潜水植被下潜水位的变动观察了3年，记载了潜水位的昼夜变动：水位从早晨9—11时开始降落，在晚上6—7时达到最低的位置；然后又开始升高，到早晨7—9时达到最高点。而在没有植被的邻近地段没有观察到这种变动。每日的变动从春季叶簇出现开始，到秋季落叶时停止。毫无疑问，草木植被不论在潜水位的昼夜变动或是季节变动中，都起很大作用。所以在滑坡发育和可能发育的山坡上，最适宜种那些消耗水分最大和蒸腾量最高的植物，如阔叶林。

**3. 截流。**植被在拦截雨水、防止对表土的侵蚀方面的作用是：保护土壤避免来自雨滴的打击，延缓雨水降落，在各种复杂的森林植被的不同部位拦截相当数量的水。据中国林业科学院生态研究所测定，森林树冠截的降水一般占总降雨量的20—30%，林下枯枝落叶层总量每公顷达40吨左右，它的最大蓄水量为其本身干重的6倍，即24吨。又据西北水土保持研究所1973年观测资料，在年降水量为340毫米的情况下，林地每亩冲刷量为4公斤，草地为6.2公斤，农地为238公斤，农闲地为450公斤；林地比农闲地抗冲能力大112倍。据对粘土类土的实验湿度测定表明，在长草的地区湿度降低深度约2.5米，而在灌木生长地区的影响深度大于3米。

以上实验、观测资料证明，森林植被覆盖率大小和坍塌滑坡的多少适成反比。

植物由于具有以上固土、蒸腾、截流的功能，故对促进黄土斜坡稳定起着明显的作用。

事实上，采用植被工程在防治黄土滑坡方面已取得了一定的效果。甘肃省天水吕二沟内原有沟坡岩土裸露，崩塌、溜坍极为严重，据统计有大小滑坡60余处。近一二十年来，在吕二沟加强了植被工程建设，荒山沟壑营造刺槐林，大大减轻了陡坡悬崖的滑塌和溜坍等重力变形。甘肃天水王家沟和庄河沟两处0.1平方公里的滑坡，自1964年营造刺槐林以后初步得到控制。天水曹家崖青岗梁于1968年发生一处面积10亩的溜坍，于1977年密植了刺槐，每亩600棵左右，目前平均高度已达2.5米—3.5米，郁闭度达0.8，溜坍体基本被植物覆盖。

甘肃庄浪县大庄公社的滑坡灾害也是突出的。该公社杨湾五队，1975年9月发现山体产生裂缝后，积极采取造林种草等措施，并防止地表水汇集流入裂缝。几年来监测证明，山体裂缝没有扩大，基本控制了滑坡。

原有泥石流发育的沟谷，经人工种草种树而得到控制的实例也不少。

甘肃庆阳水土保持试验站曾在该区南小河支流杨家沟封山育林，使原来侵蚀严重、泥石流发育的沟谷得到控制。

六盘山是第三纪喜马拉雅运动中隆起的年轻山系，目前仍处于隆升中。该山峰顶海拔2,500米以上，相对高差1,000米，主要由白垩纪六盘山系的砂质页岩等软弱岩石构成，两侧有第三纪红层出露；海拔2,200米以下多为黄土，从地形、岩性和地质构造等条件看，有利于泥石流发育，但因植物茂密而抑制了泥石流。又如白龙江支流贡坝河，它与泥石流活跃的白龙江河谷仅一山之隔，依其地形、地质和水流条件也应是泥石流发育区，但森林密布，无泥石流迹象。

用植被工程提高斜坡稳定性，防治滑坡、泥石流，不仅对农田、村庄、国土综合利用很重要，对提高工业、交通运输的经济效益也十分重要。甘肃境内现有2,305公里铁路线路中，山区铁路就占了71.5%；省内公路34,225公里中，山区公路占了很大比重。滑坡、泥石流较严重的天水、武都、甘南三地区公路占全省总里程的32.1%。保证铁路、公路边坡和高路堤的稳定，对经济建设有决定性意义，尤其在易滑地层分布地区，更应选择适应性强、生长迅速的草木，加强植被工程建设。由于植被工程具有投资少、效益高、简单易行、群众性广泛等一系列优点，故应作为防治滑坡的重要手段之一。

采用种草种树稳定山坡，在国内已经证明是行之有效的。国务院1982年6月发布了《水土保持工作条例》，各地政府和科研部门亦加快植被工程的研究。在世界上，许多多山国家，在应用植被工程稳定山坡，防治山区自然灾害方面取得了不少成就，可资借鉴。日本1982年出版《治山施設构造物》一书，详尽论述了植树造林稳定山坡和防治滑坡的意义、目的、法令和方法。日本在治理荒山事业中，特别强调山坡缘山植被的重要性。通过山坡基础工程保证山坡土体的稳定，在山坡上种草种树，最后达到山坡林地化的治山目的。日本从1966年制定“治山治水紧急措置法”之后，政府逐年增加治山事业的投入，由1966年投资729亿日元增加到1981年的10,300亿日元，增加了14倍，有效地治理了山坡，防治滑坡、泥石流。捷克斯洛伐克在这方面亦有成功的经验，1967年出版的《滑坡与其防治》一书，系统地介绍了植被对滑坡的影响，提出了种植物以稳定滑坡的措施。美国、澳大利亚也发表了不少有关植物稳定山坡的研究论文。

总之，植被工程应该在综合治理山地，防治滑坡、泥石流工程中占据重需地位。我国对于植被与山坡稳定的关系研究甚少，前述例子尽管足以说明植物对保护山坡稳定的有利作用，但对它的地位和经济效益的认识还有待提高，尤其是把植被工程作为防治山区滑坡、泥石流的有效措施之一这个问题，尚未引起足够重视。我们认为，植被工程作为一门跨部门的综合工程，应该通过有关学科和部门的科技人员协调攻关，在植被工程的理论、应用、开发、规划等课题方面有所突破。为保护环境，消除或减轻山地灾害，振兴经济作出应有的贡献。

---

(上接第30页)

基于上述情况，他们对灌溉与排水工作都比较重视，在这方面亦进行了大量工作。在灌溉方面，他们采用了5种方法：

沟灌；地下灌溉；喷灌；管道灌溉；滴灌（节水灌溉）。

在灌溉设备方面，他们研制了不同类型的活动式人工降雨机，既有适用于矮秆作物的，也有适用于高秆作物的；既有以汽油为能源的，也有以电力为能源的。在滴灌方面设计了新的滴头，已经大面积应用。

在排水方面，主要以地下排水为主，他们研制了不同种类的地下排水管道。

(摘自“赴罗马尼亚考察报告”——本刊编辑部)