

# 论生态修复在水土保持生态建设中的优化作用

赵秉栋, 赵军凯, 宫少燕

(河南大学环境与规划学院, 河南 开封 475001)

**摘 要:** 我国是世界上水土流失最严重的国家之一, 水土流失是我国面临的头号环境问题。实施水土保持生态修复工程, 是人们遵循自然规律, 依靠自然本身的功能恢复植被, 加快防治水土流失步伐的重大举措。从水土保持生态修复的涵义、原理出发, 着重论述了生态修复在水土保持生态建设中的优化作用。

**关键词:** 水土保持; 生态建设; 生态修复; 优化作用

**中图分类号:** S157

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1005-3409(2004)03-0105-04

## On the Action of Ecological Rehabilitation in Soil and Water Conservation of Ecological Building

ZHAO Bing-dong, ZHAO Jun-kai, GONG Shao-yan

(College of Environment and Planning, Henan University, Kaifeng 475001, Henan, China)

**Abstract:** There exists the most serious problem of soil and water loss in China. It is a great act speeding up the step of controlling soil and water loss to carry out the project of ecological rehabilitation. In this work the natural regulations must be followed and the self-rehabilitation function of the ecological system must be fully used. Based on connotation and principle of ecological rehabilitation of soil and water conservation, the favorable actions of ecological rehabilitation in soil and water conservation of ecological building are emphatically discussed.

**Key words:** soil and water conservation; ecological building; ecological rehabilitation; favourable action

水是生命之源, 是支撑地球社会系统发展不可代替的自然资源, 是人类社会实现可持续发展的物质基础。水对一切生命活动都具有十分重要的作用, 水资源枯竭就意味着生命的灭绝。土是万物之本, 是人类必不可少的生存条件。水土生态环境是人类生存的基本条件, 是经济社会发展的基础。水土流失造成大量肥沃土壤的流失, 使土地退化, 水资源亏缺, 导致十分严重的生态环境问题。控制水土流失, 改善生态环境就成了摆在人类面前亟待解决的环境问题。

### 1 我国水土流失的严重性及其治理的迫切性

我国山丘面积比重大, 土壤抗蚀力差, 垦殖面积大, 植被面积小, 降雨时空分布不均, 降雨强度大, 风力作用强。由于以上原因, 我国成为世界上水土流失最严重的国家之一, 水土流失是我国头号的环境问题, 其严重性可概括为以下四点: 一是水土流失面积大。根据全国第二次遥感调查结果, 轻度以上水土流失面积 356 万  $\text{km}^2$ , 占全国总土地面积的 37.1%, 其中水力侵蚀面积 165 万  $\text{km}^2$ , 风力侵蚀面积 191 万  $\text{km}^2$ 。二是水土流失强度大。全国水土流失面积在强度以上的为 112.7 万  $\text{km}^2$ , 特别是黄河流域河口镇至龙门区间, 年平均土壤侵蚀模数达 1 万  $\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ , 局部严重地区达 3 ~ 5 万  $\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ , 堪称世界之最。三是泥沙流失的总量大。据统计, 全国每年流失的土壤总量达 50 亿  $\text{t}$ 。长江流域每年

流失总量 24 亿  $\text{t}$ , 其中上中游地区 15.6 亿  $\text{t}$ 。黄河流域黄土高原地区, 每年流入黄河的泥沙 16 亿  $\text{t}$ , 黄河多年平均含沙量为 35  $\text{kg}/\text{m}^3$ , 支流实测高达 1 700  $\text{kg}/\text{m}^3$ , 居世界各大江河之首。四是水土流失危害大。严重的水土流失造成耕地面积减少, 土地沙化, 沙尘暴频发; 泥沙淤积江河湖库, 加剧洪涝灾害; 影响了水资源综合开发利用, 加剧了水的供需矛盾; 恶化了生态环境和生产条件, 加剧了贫困; 危及了生态安全<sup>[1]</sup>。

国土与环境是一个国家的立足之本, 也是生活在地球上包括人类在内的各种生物赖以生存的前提条件。随着人口的快速增长和经济的蓬勃发展导致的生态环境恶化日趋严重, 使人类生存的基本条件面临严峻的挑战, 可持续发展已成为世界各国广泛关注的主题。近年来, 世界各国保护环境的呼声日益增长, 保护和改善环境, 维护生态平衡已成为世界各国谋求发展的一个重要组成部分。水土流失作为首要的环境问题, 应受到充分的重视。因此, 加大水土流失治理力度, 改善生态环境条件是我国面临的一项艰巨而紧迫的任务。

### 2 生态修复的涵义、理论及实践

近年来, 水利部提出水土保持生态建设工作要在加强水土流失综合治理的同时, 注重发挥生态的自我修复能力, 这是加快水土流失防治步伐的新思路, 也是我国水土保持生态建设指导思想上一次重大调整。生态修复是水土保持生态

建设的一项新举措,有许多问题需要从理论和实践上不断探索和研究。

## 2 1 生态修复的涵义

生态修复是一个宏观的概念,它是应用生态系统自组织和自调节能力对环境或生态本身进行修复。为了加速已被破坏生态系统的恢复,还可以辅以人工措施以加快生态系统恢复的步伐。生态修复是按照可持续发展的战略思想,切实遵循自然生态经济规律,充分利用当地的水、土、光、热、生物等自然资源,依靠大自然的循环再生能力和人为干涉快速恢复植被,控制水土流失,实现人与自然和谐相处<sup>[2]</sup>。

## 2 2 生态修复的理论基础

### 2 2 1 生态学原理是生态修复的理论依据

生态修复应用了许多生态学原理,但最主要的是恢复生态学理论。生态修复的主要理论依据有:限制性因子原理(寻找生态系统恢复的关键因子)、热力学定律(确定生态系统能量流动特征)、种群密度制约及分布格局原理(确定物种的空间配置)、生态适应性理论(尽量采用乡土种进行生态恢复)、生态位原理(合理安排生态系统中物种及其位置)、演替理论(缩短恢复时间,演替理论不甚适用于极端退化的生态系统恢复,但仍具有指导作用)、植物入侵理论、生物多样性原理(引进物种时强调生物多样性,生物多样性可能导致恢复的生态系统趋于稳定)、缀块-廊道-基底理论(从景观层次考虑生境破碎化和整体土地利用方式)等等。

### 2 2 2 生态环境演变的规律是生态修复必须遵守的自然规律

生态修复的理论基础是生态环境发展演变的自然规律。自然生态环境是包括生物体与环境(气候、水、土等)自然因素组成的一个相互依存与制约、相对稳定的有自组织功能的大系统,该系统具有恢复到接近于原自然生态状况的自我修复功能。建设新的生态环境,应根据当地的自然条件,否则,往往事与愿违,不仅达不到目的,反而会带来新的问题。由于人们对自然规律认识的局限性与偏差,在我国生态建设中,就有很多这样的教训<sup>[3]</sup>。

### 2 2 3 人与自然和谐共处的理念是搞好生态修复的保障

人与自然和谐相处,是人类面对自然灾害深刻反思后产生的新认识。人是自然生态系统的组成部分。违背生态规律的自然改造,不仅损害了自然生态系统,还会造成自然灾害。因此,任何形式的自然改造都必须建立在人与自然和谐共处的基础之上。要从人口、资源、环境协调发展、人与自然和谐共处的观点出发,开展生态修复,加快水土流失综合治理的步伐,建立良好的水土保持生态系统。要在实践中不断拓展水土保持综合治理的内涵,保持社会经济可持续发展,丰富水土保持生态建设的理论。

## 2 3 生态修复的实践方法

生态修复是依靠大自然的力量,充分发挥生态系统的自我修复能力,实现水土保持目的的措施。其技术方法概括起来主要有“封”、“退”、“造”、“建”、“综合治理”、“结构调整、生态移民”、“突出小流域治理,以小促大”等。

“封”即是“封山禁牧、舍饲养畜”。要真正做到“封得住、有效果、不反复”,还需要因地制宜、因时施策。“退”即是“退耕还林还草、以粮代赈”。大量事实表明,坡耕地是水土流失的主要产沙区,坡度在 25 以上的坡地必须退耕。如果措施得当,退耕后农民还可增加经济收入。“造”即是“造林”。坡度大

于 15 的荒山荒坡、退耕地,以营造水土保持林、薪炭林和用材林为主,加强管护抚育,形成乔、灌、草多层次防护体系,有选择的发展经果林。通过推广节柴灶、沼气池等措施,彻底解决群众的燃料问题,就可有效地保护植被。“建”即是“建设 0.07 hm<sup>2</sup> 高标准农田”。农民在退耕 0.13 hm<sup>2</sup> 坡地后,在山坡下或沟谷地建设 0.07 hm<sup>2</sup> 高标准基本农田。

搞好生态修复,必须注重水土保持的综合性。水土保持综合治理是生态修复的根本措施,是改善农业生产条件和生态系统的基础。调整结构、生态移民是生态修复的保障措施。农业和农村产业结构调整是我国农业发展过程中的一次深刻变革。要想使生态修复持续发展,就必须将生态修复与调整产业结构、调整能源结构和生态移民相结合,这样才能使广大农牧民增产增收,植被得到恢复和保护,地区经济得到发展<sup>[4]</sup>。生态修复作为一项水土保持新举措,需在实践中不断探索、不断创新,总结新经验、新方法,丰富和发展其理论与实践。

## 3 生态修复在水土保持生态建设中的优化作用

### 3 1 增强了农民的生态意识,提高了人们对生态修复的认识水平

各地在水土保持生态修复上不断提高认识,积极探索生态修复的技术与方法。在政府的大力宣传和积极引导下,大多数农牧民逐渐接受了这一新的理念,认为生态自我修复是一项让土地休养生息的好办法,是人类实现持续发展的正确选择,参与封禁治理的积极性很高。陕北农民给“信天游”填了新歌词:“山坡上栽树崖畔上长青,羊羔养在家门中;草棵棵赛过粮苗苗,禁牧带来好光景。”这些都是对封山禁牧、生态自我修复发自肺腑的赞誉<sup>[5]</sup>。2000 年和 2003 年国务院先后下发的关于进行农村税费改革试点工作的通知,要求组织农村群众投工,必须严格执行村内“一事一议”投劳制度,凡是群众不愿意投劳的不得强迫。这方面云南省在“长治”工程建设中取得了很好的效果,提高了农民投资的积极性,90% 以上的群众愿意投劳开展国家水土保持重点工程建设,为做好新时期水土保持生态修复工作奠定了基础。

### 3 2 实施生态修复产生了显著的效果

#### 3 2 1 植被覆盖率大幅度提高

据调查,各地在实施水土保持生态修复措施之后植被覆盖率迅速增加。陕西省吴旗县封禁 4 年,林草覆盖率提高了 31 个百分点。福建省永泰县封育治理后,植物种类增加了近 3 成,森林覆盖率由 2.3% 增加到 43.3%。内蒙古鄂托克前旗、乌审旗毛乌素沙地的植被覆盖率由 10% 提高到 40%~50%。1995 年,广东省在全国第一个实现了绿化达标,植被覆盖率普遍提高 30%~50%。江西省兴国县曾是一片“红色沙漠”,如今坚持实行了封禁治理,突出了预防保护措施,收到了明显效果,目前全县林草覆盖率达 74%。过去河床以年均 4~6 cm 的速度在淤积抬高,如今以 5~7 cm 的速度在降低,减轻了洪水灾害,改善了农业生产条件和生态环境,促进了经济和社会全面发展。生态修复之所以带来如此巨大的变化,是因为封育保护解除了生态系统所承受的超负荷压力,系统自我组织和调控作用增强,区域林草植被种类和数量必然增多,水土流失程度自然减轻<sup>[5]</sup>。

#### 3 2 2 保土减沙效益明显

20 世纪 80 年代中期至 90 年代中期,正是我国水土保

持工作全面加强的时期,水土流失综合治理在局部地区特别是水蚀区成效是显著的。截止2001年底,全国累计水土流失综合治理面积81.5万 $\text{km}^2$ ,水土保持设施每年拦蓄泥沙能力15亿t,增加蓄水能力250亿 $\text{m}^3$ ,减少入黄河泥沙3亿t。与第一次遥感调查成果进行初步比较表明,不仅水土流失总面积减少,而且保土减沙效益也有显著的提高。如“三北”地区的防护林面积由1113万 $\text{km}^2$ (1997年)增加到3873.5万 $\text{hm}^2$ 后,防护受益面积可达17936万 $\text{hm}^2$ ,防护区提高农作物产量10%,提高牧草产量20%以上,土壤侵蚀模数可降至500 $\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 。

### 3.2.3 蓄水保水、分洪抗旱能力增强

生态系统的蓄水保水功能是由地上植被和土壤共同作用而实现的。实验证明<sup>[6]</sup>,在有林地区,日降雨量30mm无出水;日降雨量55~100mm,3天后才见细水流出。年降雨量1200mm时,有林地区水分损失量仅50mm,而同样环境条件的无林地区可达600mm,0.07 $\text{hm}^2$ 林地比无林地至少能多蓄水20 $\text{m}^3$ 。生态系统的蓄水保水能力主要表现是在雨季能蓄水、分洪,在旱季则能抗御干旱。水土保持生态修复措施能大面积增加植被,恢复生态系统的功能,同时也增加了下垫面的蓄水保水的能力。据黄河水利委员会研究<sup>[3]</sup>,黄土高原现有水土保持工程年减少入黄径流10亿 $\text{m}^3$ ,规划中的黄土高原淤地坝建设工程每年将减少入黄水资源量40~50亿 $\text{m}^3$ ,单就确保黄河不断流来说,它是不利的影响,但从满足整个流域经济社会发展的需求来分析,它所减少的这部分水量是水土保持工程区经济社会发展、人民生活生活和生态建设所必需的,因此是功而不是过。

### 3.2.4 改善地区或流域的小气候

在有林地区,日间约有35%~75%的太阳辐射被林冠拦截吸收,20%~25%被树冠叶面反射回大气中,仅有5%~40%射入林中。绿色植物中森林能防风,植物蒸腾可保持空气的湿度,林木可以调节温度,从而可以改变局部地区小气候。如江西省修水县河桥沟小流域在实施生态修复工程进行封禁后,山变绿了,水变清了,植物群落良性发展,许多动物重归故里。四川省巴中市坚持10年封山禁牧、禁砍禁伐,林草茂盛,山清水秀,人居环境十分优美。内蒙古自治区在连续3年遭受罕见大旱的情况下,封育保护仍然发挥了很大的作用,草原生态恶化的势头得到有效遏制,部分地方再现了绿草如茵、风吹草低、蓝天碧野的秀美景色<sup>[5]</sup>。

### 3.2.5 生态修复在治水保土的同时,也促进了地方经济的发展

实施生态修复过程中,各地采取了一系列配套的对策和措施,改善了农业生产条件,调整了农村经济结构,发展了乡村工业和旅游业,显著地促进了地方经济的发展。生态修复使我国的农业由广种薄收、粗放经营向精耕细作、集约经营转变。陕西省吴旗县在实施生态修复后,大力发展集约高效农业,培育草、羊、杏三项优势主导产业,积极兴办绿色企业,与实施前相比,国内生产总值、粮食总产量、财政收入、农民人均纯收入四项主要经济指标均翻了一番多。生态修复使我国的畜牧业由满山遍野到处放牧、超载放牧向以水定草、以草定畜、围栏封育、休牧轮牧、舍饲半舍饲转变。内蒙古鄂尔多斯市实施封禁治理,舍饲养殖后,牲畜数量较禁牧前增加81%,良种及改良种畜平均达到87%,羊的平均个体增重2.5kg,出栏率由28%提高到44%,平均出栏时间由21个

月缩短为9个月。内蒙古自治区大规模推行生态修复工作,在舍饲半舍饲牲畜比重达71%的情况下,畜牧业不但没有滑坡,而且实现了稳步发展。封禁保护后,原来低产的林草资源变成了高产的林草资源,促进了生态环境改善和畜牧业稳定发展的良性互动,为土地资源的合理开发利用和畜牧业的进一步发展奠定了坚实基础。牧民们以水为中心建设草库仑,由游牧变为草场承包、定居生活,这样,给大面积草场以休养生息的机会,草场得到了保护,农民得到了实惠,生产和生活条件都大为改善。

水土保持生态修复是新世纪水土保持生态建设的一个重大举措,是保护和建设好生态环境,实现可持续发展的必由之路。从近年来的情况看,实施生态修复,具有多方面的积极效应,其治理速度快,投入少而成效大。2000年,国家进一步加强了水土保持生态建设,新增水土保持治理面积47万 $\text{km}^2$ ,建成水保治理骨干工程118座,是建国50年来平均治理速度的3倍。贵州省毕节地区封禁后,树木成林时间一般比人工造林成林时间节省1~2年,每公顷投入节省约1500~2000元,费用只是原来的近1/3。事实说明,生态修复由于顺应了自然规律,充分发挥了生态的自我修复能力,不仅加快了治理速度,而且还可以节省大量的人力、财力和物力。

## 4 实施生态修复应注意的事项

### 4.1 加强宣传,提高认识

水土保持生态修复突出以自然的力量治理水土流失,改善生态环境,实现经济社会可持续发展。然而,人们习惯于“人定胜天”的思维模式,对人与自然和谐相处的理念缺乏足够理解与认识,因此,要加大宣传力度,引导与教育水土流失区广大干部群众,正确理解并处理人工治理与生态自我修复的关系,突出以牺牲生态为代价换取暂时经济增长所造成严重人为水土流失的典型事例的宣传教育,从人口、资源、环境协调发展,人与自然和谐共处,建立良好的水土保持生态系统和保持社会经济可持续发展,全面建设小康社会等高度出发,帮助群众充分认识搞好生态修复的重大意义,提高群众的生态环保意识。

### 4.2 加强生态修复技术的研究与创新

生态修复措施应在技术上科学、经济上可行,就需加强生态修复技术的研究,不断的创新生态修复的技术方法,丰富生态修复的理论,提高生态修复的科技含量。要开展生态修复专题研究,其中机理研究是生态修复研究的核心。生态修复的机理研究的内容包括:研究不同地区水土流失及生态环境退化的原因、生态系统压力形成与解除的措施、生态系统压力解除后的恢复机制、生态环境可修复程度以及自身演化规律。为最终阐明生态修复的原理,创建我国生态修复的科学体系,奠定良好的理论基础。另外,还要对相关技术在生态修复中的应用加以研究,如“3S”技术在生态修复中的应用等。

### 4.3 生态修复需因地制宜

生态自我修复主要是依靠大自然自身的力量来实现的。实施这一工程必须具备一定的自然基础条件,并非在所有的地区都适宜,必须因地制宜。我们要把影响植物生长的限制性因子——水,作为生态恢复的主导因子。要把年降水量、土壤类型、人口密度、社会经济状况等因子作为确定不同区域的生态修复潜力的依据。不同水土流失区生态修复潜力不

同,在我国南方,由于水热条件较好,植物资源丰富,生物多样性复杂,植被恢复很快。在我国北方,情况就不一样了,由于这里的水热条件差,植物种类较少,植被较难恢复。当年降水量和干燥度达到大多数植物难以生长的数值时,即为生态恢复的极限,也就是说,依靠自然的力量已经难以恢复,必须依靠人工措施来恢复或重建。

#### 4.4 重视小流域综合治理

流域是完整的生态系统和水循环系统,按流域进行生态修复,综合考虑流域水、土、生物等资源,可以将生态修复、水工程建设、水资源配置紧密结合起来,以小流域为单元,统一规划,上中下游兼顾,坡沟兼治,针对不同侵蚀地貌,采取不同的生态修复措施。小流域综合治理开发能很好地调蓄地表径流和拦蓄降雨,为发展农、牧业和种植林草提供有利条件;小流域综合治理开发对改造劣质土地,保护和提高土地质量和土地产出率具有独特的作用。因此,重视小流域综合治理开发,可以有效控制水土流失,保护水土资源永续利用,加快生态环境建设,促进经济社会可持续发展。

#### 参考文献:

- [1] 刘震 中国水土保持生态建设模式[M] 北京: 科学出版社, 2003
- [2] 左长清 实施生态修复几个问题的探讨[J] 水土保持研究, 2002, 9(4): 4
- [3] 蒲朝勇 对水土保持生态建设中有关问题的探讨[J] 中国水土保持, 2003, (9): 12
- [4] 焦居仁 生态修复的要点与思考[J] 中国水土保持, 2003, (2): 1
- [5] 水土保持生态修复联合调研组 生态自我修复是加快水土流失防治步伐的好路子[J] 中国水利, 2003, (A): 64- 67
- [6] 毛文永 生态环境影响评价概论[M] 北京: 中国环境科学出版社, 1998 32- 33

(上接第 80 页)

表 2 观察结果表明,采用液压喷播和喷混植生技术喷植的植被水土保持护坡效果明显。在喷植初期,虽然处于雨季,但由于无纺布的覆盖,坡面基本上未受到降雨的冲刷。喷植 1 个月后,植被覆盖初步形成时,除液压喷播坡面局部裸露处受到降雨冲刷,表土被冲刷外,已有植被覆盖的坡面均无明显的降雨冲刷痕。喷植后当年,经历了雨季的考验,包括期间经历了 5 场台风雨袭击,坡面均未出现明显的雨水冲刷和崩落等侵蚀现象,表土固持良好,边坡稳定。按表 1 水土保持效果评价指标,水土保持效果为 1 级。因此,高速公路边坡采用液压喷播与喷混植生技术快速绿化护坡是非常成功的,可以有效地控制坡面土壤侵蚀,稳定边坡,从而保障道路的行车安全。

#### 4 小 结

(1) 采用液压喷播和喷混植生技术绿化高速公路路基边

#### 参考文献:

- [1] 卓慕宁,李定强,贺新良,等 论高速公路建设中的水土保持生态恢复[J] 水土保持研究, 2003, 10(4): 209- 211
- [2] 孙青,卓慕宁,朱立安,等 论高速公路建设中的生态破坏及其恢复[J] 土壤与环境, 2002, 11(2): 210- 21
- [3] 郝尧生,王建松 京珠高速公路翁城-太和段高边坡稳定性分析[J] 四川水力发电, 2001, 20(4): 36- 37, 43
- [4] 吴长文,章梦涛,付奇峰 喷播绿化技术在斜边水土保持生态环境建设中的研究[J] 水土保持学报, 2000, 14(2): 11- 14
- [5] 舒翔,曹映泓,廖晓瑾,等 岩石边坡喷混植生设计与施工[J] 中外公路, 2001, 21(4): 45- 48
- [6] 陈宏荣,林芬,夏卫平 福厦高速公路边坡稳定和绿化技术研究[J] 草业科学, 2001, 18(5): 50- 52
- [7] 汪益敏,陈辉,贾娟 广东省公路路基边坡防护现状与发展[J] 中外公路, 2002, 22(6): 7- 10
- [8] 刘德荣,马永林,韩烈保,等 坡面液压喷播绿化草种及组合的筛选[J] 北京林业大学学报, 2000, 22(2): 41- 45
- [9] 刘德荣,马永林,韩烈保,等 坡面液压喷播绿化草种及组合的筛选[J] 北京林业大学学报, 2000, 22(2): 50- 53
- [10] 罗军,朱开明,李轩,等 高速公路坡面防护草种选择和应用技术研究[J] 湖南林业科技, 2001, 28(2): 12- 15
- [11] 王忠成,兰创,王宁 高速公路边坡生物防护技术研究进展[J] 宁夏农学院学报, 2003, 24(2): 76- 81
- [12] 刘建秀,等 草坪·地被植物·观赏草[M] 南京: 东南大学出版社, 2001

#### 5 结 语

生态修复是一项复杂的系统工程,这项工程的实施,需要水保部门牵头、政府组织、全社会参与、各部门积极配合,各种措施一齐上。在政府统一领导下,搭建水保生态建设平台,调动各方积极性,管好用好资金,发挥资金效益,提高工程质量。治理措施上要突出综合,山、水、田、林、路全面规划,工程措施、生物措施和农耕措施因地制宜、科学配置。在实际操作中一定要正确全面地理解水土保持生态修复工程的丰富内涵,对生态修复工程定位要准确,治理措施要具体。

生态修复工作的关键是实施封禁保护措施;其目的是恢复,保护植被,加快水土流失综合防治进度;突破口是退耕还林、以粮代赈;依靠的是大自然的自我修复能力和人与自然和谐相处的理念与行动。在生态修复工作中要特别重视水土保持综合治理,解决好群众的生产生活问题。工作的根本目的是保障广大人民群众的利益,为经济和社会的可持续发展打下坚实的基础<sup>[4]</sup>。

坡,喷植 1 个月,植被覆盖率就可达到 80% 以上,并可有效控制土壤侵蚀,稳定边坡,护坡效果明显。利用该技术在京珠高速公路粤境南段(太和段)绿化边坡面积 13 万 m<sup>2</sup>,均已通过验收。因此,可以将该技术作为高速公路边坡快速绿化的方法而大力推广应用。

(2) 百喜草、狗牙根和画眉草发芽率与越冬率较高,适于坡面喷播。但目前南方高速公路边坡大多试验研究与应用均限于这些品种。因此,喷播草种过于单一,有待试验挖掘更多适于喷播而又能够推广的草种。

(3) 喷播形成的植被在护坡前期效果虽然不错,但由于混播草种组合过于简单,植被的生态稳定性较差。因此,在推广应用边坡快速绿化的同时,有必要从植被群落结构的角度来研究草种混播组合的生态适应性。