

勉-宁高速公路生态恢复中的土壤肥力恢复研究

张建昌¹, 冯武焕², 刘 宏³, 何新全⁴, 董建辉³

(1. 杨凌职业技术学院, 陕西 杨陵 712100; 2. 西安市农技中心, 陕西 西安 710061;
3. 陕西职业技术学院, 陕西 西安 710100; 4. 陕西勉县勉阳镇政府, 陕西 勉县 724200)

摘要:采集土壤样品,经室内分析化验,用对比分析的方法对勉县至宁强(勉宁)高速公路生态恢复中不同恢复类型条件下的土壤恢复进行了研究,结果表明:草本恢复类型对前期土壤肥力的恢复作用大于草灌结合,并大于单纯灌木恢复类型,其中有机质含量分别为:13.84、7.50和6.00 g·kg⁻¹;在草本生态恢复类型中,豆科植物与禾本科植物混播恢复类型大于禾本科植物恢复类型的作用,并大于单纯豆科植物恢复类型的作用,其中有机质含量分别为29.67、17.51和9.37 g·kg⁻¹;黑麦草与苜蓿混播并有当地草种入侵以及小冠花与苜蓿混播并播入当地草种茅茅,明显优于纯苜蓿单播,其中有机质含量分别增加了4.93和3.32 g·kg⁻¹;土壤肥力因子中有机质与碱解氮两个指标有较好的相关性,主要与土壤表层有机质的生成量和分解量之差(积累量)有关。

关键词:勉-宁高速公路;生态恢复;土壤肥力恢复

中图分类号:S154.4,U412.366 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-7461(2007)01-0043-04

Research on the Soil Recovery in Ecology Recovery along the Highway from Mian County to Ningqiang

万方数据

ZHANG Jiang-chang¹, FENG Wu-huan², LIU Hong³, HE Xin-quan⁴, DONG Jian-hui³

(1. Yangling Vocational and Technical College, Yangling, Shaanxi 712100; 2. Agrotechnical Centre of Xi'an, Shaanxi 710061;
3. Shaanxi Vocational and Technical College, Xi'an, Shaanxi 710100; 4. Government of Mianyang Township Mian County, Shaanxi 724200, China)

Abstract: By collecting, testing, comparing, and analyzing the soil samples, soil recovery under the various recovery conditions along Mian County-Ningqiang highway was studied. The results were as follows: herbaceous recovery to the soil fertility recovery in the prior was greater than the combination of grass and irrigation or than the pure bushes recovery. In each of them, the content of organic matter were: 13.84, 7.50, 6.00 g·kg⁻¹; In the recovery of herbaceous ecology, to grow leguminous plant and granminaceous plant together was better than pure graninaceous plant or pure leguminous plant. In each of them, the content of organic matter was: 29.67, 17.51, 9.37 g·kg⁻¹; to sow ryegrass and alfalfa together with some local grass seeds or to grow coxcomb, alfalfa and local couch grass together could bring better effects than to plant the alfalfa only. In each of them the increased organic matter contents were: 4.93, 17.51 and 9.37 g·kg⁻¹; the quotas of the organic matter and alkaline hydrolysis nitrogen in soil fertility factor were closely connected, mainly because of the difference between the generation quantity and resolution quantity of the organic matter in the soil surface.

Key words: Mian Country-Ningqiang highway; ecology recovery; soil recovery

山区高速公路在建设过程中,对原生态的破坏是比较严重的,特别体现在土壤的翻动上。因此,生态恢复的前期,在植物生长状况还不能完全达到生态恢复状况的时候,土壤肥力的恢复是肉眼看不到,但却是非常能说明问题的一个重要指标。在以往的

相应研究中,只从其他指标加以考虑,还未见到过用土壤肥力作为生态恢复前期指标的报导^[1,2]。笔者于2003~2005年对勉宁高速公路的生态恢复进行了系统研究^[3,4],并对生态恢复中的土壤肥力恢复做了深入研究,这为山区高速公路生态恢复前期指

标的确定提供了科学依据。

1 基本情况

勉宁高速公路是国家五纵七横 GZ40 二连浩特到河口高速公路穿越陕西秦巴山区的主要路段,也是陕西省第一条穿越秦巴山区的高速公路。位于陕西秦岭以南的汉中市境内,北起勉县元墩,南至宁强县党家梁,与宁强到棋盘关的入川 108 国道相接,路线全长 54.858 km,途经勉县、宁强两县的 5 个乡镇 39 个村。2000 年开工,于 2003 年 11 月建成通车。

1.1 自然地理条件

1.1.1 气候 本区海拔 800 m 以下地区,属于北亚热带山地湿润季风气候类型区。温暖湿润、雨水充沛、四季分明,年均降水量 1 178 mm,年均气温 12.9℃,≥10℃ 的活动积温 3 989.5℃,。海拔 800 m 以上地区,属山地暖温带季风气候类型。洪涝及水土流失时有发生,自然灾害较为频繁^[8,9]。

1.1.2 植被 本区天然植被几乎不复存在,针叶树类有少量天然柏木(*Cupressus funebris*)林,人工培育的马尾松(*Pinus massoniana*)林在本区分布较多;阔叶树主要为常绿或落叶的栎类,如麻栎(*Quercus acutissima*)、性皮栎(*Q. variabilis*)等,但因砍伐过度而多为灌木状,并常与马尾松林混交;灌木主要有马桑(*Coriaria nepalensis*)、黄蔷薇(*Rosa hugonis*)、木香花(*Rosa banksiae*)、粉背黄栌(*Cotinus coggygia* var. *pubescens*)、美丽胡枝子(*Lespedeza formosa*)、木姜子(*Litsea pungens*)、榛(*Corylus heterophylla*)、盐肤木(*Rhus chinensis*)以及常绿的铁仔(*Myrsine africana*)、火棘(*Pyracantha fortuneana*)等种类;草本多为茅叶荩草(*Arthraxon lanceolatus*)、大油芒(*Spodiopogon sibiricus*)、黄背草(*Themeda japonica*)等;沿河岸分布有枫杨(*Pterocarya stenoptera*)林;在居民区附近常见有银杏(*Ginkgo biloba*)、水杉(*Metasequoia glyptostroboides*)、棕榈(*Trachycarpus fortunei*)、樟(*Cinnamomum camphora*)、山楠(*Phoebe chinensis*)、桂花(*Osmanthus fragrans*)等散生;经济树种主要是油桐(*Vernicia montana*)、板栗(*Castanea mollissima*)、茅栗(*Castanea seguinii*)、花椒(*Zanthoxylum*

bungeanum)、茶(*Camellia sinensis*)树等;农作物在河谷坝地以水稻和油菜为主,也有一定面积的玉米、大豆、薯类;坡耕地主要种植小麦、玉米,间套油菜,另外,还有少量豆类、薯类等作物。

1.1.3 土壤 本区地带性土壤类型有黄棕壤、黄褐土,非地带性土壤类型有水稻土、淤土、紫色土和石灰土。河谷坝地及台地大多辟为水田,以水稻土为主,夹杂有少量潮土、淤土。在周边丘陵山地的缓坡地带和梁顶处多开垦农用,以黄棕壤为主。在丘陵山地的陡坡处,多为自然分布的林地和草地,以黄棕壤性土、石灰土、紫色土为主。本区土壤总体肥力较差,质地粘重,通透性不良。在缺少植被覆盖、地形坡度大的地方易发生水土流失^[8,9]。

2 研究方法

2.1 样地设定及样品采集

2005 年 3 月对勉宁高速公路不同生态本底类型下的各生态恢复类型地及相应空白对照区的土壤样品进行采集,其采集方法按照土壤普查的规定,视面积大小及形状分别采用梅花式采样(5 点重复)或蛇形采样(5~10 点重复),采样深度为 0~30 cm,以多点混合、四分法取样而成,最后样品重量为 0.5~1 kg。同时,对土层厚度、石砾含量、土壤质地等进行了野外观测记载。

2.2 分析项目及检测方法

检测方法参照文献[3]的土壤分析^[5](表 1)。

表 1 土壤养分分析项目和方法		
Table 1 Items and analytical methods of soils nutrient		
测定项目	检测方法	测量仪器
有机质	K ₂ Cr ₂ O ₇ 外加热法	半微量滴定管
碱解 N	1 mol/L NaOH-HBO ₃	半微量滴定管
	扩散吸收法	
速效 P	0.5 mol/L NaHCO ₃ 浸提	紫外可见分光光度计 (752N)
	-钼锑抗比色法	
速效 K	1 mol/L NH ₄ OAC 浸提	紫外可见分光光度计 (752N)
	-火焰光度法	
酸碱度	1: 1 水土比	标准型 pH 计(PB-20)

3 结果分析

3.1 中央隔离带几种恢复类型的比较

表 2 中央隔离带生态恢复类型的土壤肥力
Table 2 Soil fertility in central isolation belt

序号	生态恢复类型	母质及土壤类型	有机质 /g · kg ⁻¹	碱解氮 /mg · kg ⁻¹	速效磷 /mg · kg ⁻¹	速效钾 /mg · kg ⁻¹	pH 值
Z1	法国冬青、黑麦草隔离带	堆垫黄棕壤	6.98	34	6.4	93	7.2
Z2	小叶女贞、黑麦草隔离带	堆垫黄棕壤	6.57	39	8.0	76	7.1
Z3	对照一(无种植)	堆垫黄棕壤	3.80	30	7.6	95	7.1
Z4	小叶女贞、三叶草隔离带	堆垫黄棕壤性土	3.95	31	3.6	116	7.4
Z5	对照二(无种植)	堆垫黄棕壤性土	1.90	18	4.4	109	7.3

从表2可看出:Z1和Z2两种恢复类型的差异不明显,这说明对不同灌木种类来讲差异不大。Z1和Z2与Z3(对照)相比,土壤养分变化比较明显,其中,有机质增量最大,分别增加了 $3.18\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 和 $2.77\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$,比对照增加了83.68%和72.89%。碱解氮的增量次之,分别增加了 $4.0\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 和 $9.0\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,比对照增加了13.3%和30.0%。而速效磷、速效钾和pH值的变化不明显。有机质含量的明显增加是由于黑麦草为种植后的第二年,其生长较为茂密,有机残余物归还土壤较多所致。但对其它速效养分的增加不太明显。这也表明黑麦草在生态恢复的前期能较快覆盖裸土,增加土壤有机质,但没有豆科植物的固定氮素的作用。

Z4与Z5(对照)相比,有机质和碱解氮均有明

显增加,但速效磷却有所减少,其它项目变化不明显。其中有机质比对照增加了107.89%。碱解氮比对照增加了72.22%。而速效磷比对照减少了18.18%。这说明,豆科植物三叶草有明显增加土壤有机质和碱解氮含量的作用,而对土壤磷素养分则有明显的选择性吸收作用,表现出了负增加。

Z1、Z2与Z4这三种恢复类型相比,有机质的相对增加率排序为: $Z1>Z2>Z4$;碱解氮的相对增加率为: $Z2>Z1>Z4$ 。说明黑麦草在中央隔离带中对土壤有机质和碱解氮的增加有明显作用,三叶草反而不如黑麦草,这主要是由于中央隔离来土壤条件差,而黑麦草适应性强所致。

3.2 裸露岩石上边坡的生态恢复类型比较

由表3可知:在砂页岩黄棕壤性土上的生态恢

表3 裸露岩石上边坡生态恢复类型的土壤肥力
Table 3 The Soil fertility in exposed rock's upslope

序号	生态恢复类型	母质及土壤类型	有机质 / $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$	碱解氮 / $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$	速效磷 / $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$	速效钾 / $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$	pH值	石砾/%
w1	刺槐上边坡	砂页岩黄棕壤性土	2.30	14	7.9	35	7.5	47.6
w2	小叶女贞上边坡	砂页岩黄棕壤性土	1.67	18	3.1	67	6.3	40.0
w3	对照一(无种植)	砂页岩黄棕壤性土	1.82	22	4.2	46	7.3	42.2
w4	刺槐苜蓿上边坡	砂页岩黄褐土	7.01	55	20.6	124	8.0	
w5	小叶女贞上边坡	砂页岩黄褐土	6.89	52	5.0	152	7.4	
w6	对照二(无种植)	砂页岩黄褐土	1.20	15	5.2	136	7.8	
w7	刺槐上边坡	石灰岩石灰土	7.35	33	3.7	82	8.3	36.8
w8	对照三(无种植)	石灰岩石灰土	7.06	28	3.2	88	8.3	38.0
w9	刺槐上边坡	砂页岩紫色土	9.08	34	8.9	96	7.5	
w10	对照四(无种植)	砂页岩紫色土	10.0	22	5.4	101	7.4	

复类型W1和W2与W3(对照一)相比,差异不明显,而且还有土壤养分增量为负的情况。其中有机质增量分别为 $0.48\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 和 $-0.15\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$,增加率分别为26.37%和-8.24%。刺槐上边坡生长速度快,生物量增加也比较明显,由于灌木下的草本的减少,使有机质的增量并非很大,但与小叶女贞相比,增量还是略高一些,这主要是由于刺槐为豆科植物,具有固氮作用的原因。小叶女贞上边坡生长相对较差一些,由于种植时地表的破坏,草本的减少,有机质出现了负增量的情况。W1和W2与W3(对照一)相比,碱解氮均出现了负增长,其增长率分别为-36.36%和-18.18%,这也与灌木下草本的减少有关。W1和W2与W3(对照一)相比,速效磷变化明显,其增量分别为 $3.7\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 和 $-1.1\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,增长率分别为88.10%和-26.19%。W1与W2相比,对土壤速效磷的增加有明显作用,同样的规律在黄土高原的相关研究中也有反映^[6,7]。因此,刺槐比小叶女贞具有较好的生态恢复效果。

从表3还可看出:对砂页岩黄褐土的两生态恢复类型W4和W5来讲,与W6(对照二)相比,各项分析结果均有较明显的变化。其中有机质增长率

分别为484.17%和474.17%。碱解氮增长率分别为266.67%和246.67%。这主要是由于黄褐质地粘重,通透性能差,不利于灌木早期的生长,相反对草本的生长较为有利。W4和W5与W6相比,速效磷的增量分别为 $15.4\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 和 $-0.2\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,增长率为296.15%和-3.85%。这与砂页岩黄棕壤性土上的情况完全一致。W4和W5相比,速效磷的增量较大,增长率为312.00%。而有机质和碱解氮的增量不太明显。这说明刺槐+苜蓿生态恢复类型比小叶女贞生态恢复类型效果要好。

由表3可看出:在石灰土和紫色土上刺槐的生态恢复效果与砂页岩黄棕壤性土上的刺槐生态恢复规律基本一致。

在无工程措施的岩石上边坡的生态恢复中,刺槐+苜蓿及刺槐生态恢复类型的效果大于小叶女贞生态恢复类型。

3.3 上边坡草本生态恢复类型比较

高速公路上边坡的草本生态恢复类型的播种方式主要有撒播、喷播和草皮卷铺植等,而从草种类型分主要有黑麦草、苜蓿、小冠花、羊茅及其混合类型。

从表4可知:在土壤条件均为堆垫黄棕壤的情

表 4 上边坡草本生态恢复类型的土壤肥力

Table 4 Soil fertility in Poslope herbage

序号	生态恢复类型	母质及土壤类型	有机质 /g · kg ⁻¹	碱解氮 /mg · kg ⁻¹	速效磷 /mg · kg ⁻¹	速效钾 /mg · kg ⁻¹	pH 值
S1	黑麦草苜蓿混播(14)	堆垫黄棕壤	29.67	153	11.3	132	7.2
S2	纯苜蓿	堆垫黄棕壤	9.37	46	3.9	90	7.7
S3	纯黑麦草	堆垫黄棕壤	17.51	79	6.3	110	7.5
S4	黑麦草苜蓿入侵上边坡(32)	堆垫黄棕壤性土	10.44	65	2.6	152	6.8
S5	苜蓿上边坡(36)	堆垫黄棕壤性土	7.12	43	5.9	132	7.5
S6	羊茅小冠花苜蓿上边坡(43)	堆垫黄棕壤性土	12.05	58	4.7	142	7.5
S7	黑麦草草皮卷(22)	黄棕壤性粗骨土	18.43	84	8.6	81	6.7
S8	喷播黑麦草(39)	砂页岩黄褐土	9.83	71	18.9	232	7.4
S9	隧道上方喷播	砂页岩	40.70	215	10.0	137	7.6

况下,不同的生态恢复类型 S1、S2 和 S3 的土壤肥力状况差异比较明显。其中,有机质含量、碱解氮与速效磷的排序基本一致,为 S1 > S3 > S2,混播明显优于单纯播种。对 S1 和 S3 两种类型进行比较发现:黑麦草与苜蓿混播比纯黑麦草单播,有机质增长率为 69.45%,碱解氮增长率为 93.67%,速效磷增长率为 79.37%,这说明苜蓿与黑麦草混播的效果优于纯黑麦草单播。对 S1 和 S2 两种类型进行比较时同样发现:混播比纯苜蓿单播,有机质增长率为 216.65%,碱解氮增长率为 232.61%,速效磷增长率为 189.74%,说明苜蓿与黑麦草混播的效果显著优于纯苜蓿单播。对 S3 与 S2 两种类型进行比较,也存在明显差异,其有机质增长率为 86.87%,碱解氮增长率为 71.74%,速效磷增长率为 61.54%,纯黑麦草比纯苜蓿具有明显的增强土壤肥力的作用,这种情况比较普遍地存在于勉宁高速公路的生态恢复中,分析认为这只是前期的暂时现象,因为黑麦草属于栽培草种,栽培密度明显大于苜蓿,特别是土壤表层根系较为密集,有机质的生成量较多,而苜蓿属于深根性草本,加之具有固氮作用,残体的 C: N 比值较小,易于分解,不如黑麦草的有机质积累量大。

表 4 还可看出:在土壤类型均为堆垫黄棕壤性土的情况下,不同恢复类型 S4、S5 和 S6 的土壤肥力变化比较明显,且规律与前基本相同,土壤肥力的各项指标排序基本一致,为 S6 > S4 > S5。类型 S4、S6 与 S5 相比,有机质增长率分别为 69.24% 和 46.63%,碱解氮增长率为 51.16% 和 34.88%。结果表明,黑麦草与苜蓿混播并有当地草种入侵和小冠花与苜蓿混播并播入当地草种羊茅,明显优于纯苜蓿单播。通过 S6 与 S4 两种类型的对比,有机质增长率为 15.42%,其它肥力指标变化不明显或为负增长,这说明利用当地草种与苜蓿混播不如自然状态下当地草种的入侵。除此而外,表 4 还可反映:利用带土草皮卷或人工配合基质的喷播对土壤肥力的作用非常显著,在所有生态恢复类型中是肥力最

高的,这也是由于基质中人工加入了大量有机肥所致。

3.4 草本恢复类型、灌木恢复类型和草灌结合恢复类型的比较

在不考虑母质和土壤类型的前提下,对草本、灌木及草灌结合的恢复类型分别求其平均值(表 5),并进行比较。

表 5 草本、灌木和草灌结合恢复类型的土壤肥力

Table 5 Soil fertility of herbage, shrub and the combination of herbage & shrub

生态恢复类型	有机质 /g · kg ⁻¹	碱解氮 /mg · kg ⁻¹	速效磷 /mg · kg ⁻¹	速效钾 /mg · kg ⁻¹	pH 值
草本恢复类型	13.84	70.10	7.84	134.5	7.56
灌木恢复类型	6.00	32.50	7.33	89.63	7.45
草灌结合恢复类型	7.50	57.00	13.75	112.0	7.90

表 5 可知有机质、碱解氮和速效钾这三个项目的排序为:草本恢复类型 > 草灌结合恢复类型 > 灌木恢复类型;而速效磷的排序则为:草灌结合恢复类型 > 草本恢复类型 > 灌木恢复类型。这说明,在不考虑母质及土壤类型的条件下,生态恢复类型中,草本恢复类型对土壤肥力的恢复作用大于草灌结合恢复类型,而草灌结合恢复类型大于灌木恢复类型。

3.5 下边坡生态恢复类型与土壤肥力的关系分析

勉宁高速公路的下边坡的坡度不大于 45°,其土壤类型等方面的差异不大,主要体现在不同的生物类型上。

表 6 下边坡生态恢复类型的土壤肥力

Table 6 Soil fertility in downslope

生态恢复类型	有机质 /g · kg ⁻¹	碱解氮 /mg · kg ⁻¹	速效磷 /mg · kg ⁻¹	速效钾 /mg · kg ⁻¹	pH 值
黑麦草、苜蓿下边坡(1)	12.30	58	17.1	104	8.0
小冠花苜蓿黑麦草下边坡(10)	8.45	46	2.6	90	7.8
连翘下边坡(11)	6.21	35	10.4	116	8.0

叶片数 ≥ 9 水平下,IBA $4\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 、NAA $8\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 和IBA $2\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ + NAA $4\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 以及叶片数6~8水平下IBA $2\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ + NAA $4\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 。这4组处理生根率都可达100%,而且根的质量良好,根系生长正常,主根苗壮,侧根发达。但是叶片数6~8和 ≥ 9 两水平相比,叶片数6~8更有利于降低培养成本,增加繁殖系数。所以叶片数6~8,培养基为1/2MS + IBA $2\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ + NAA $4\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 更有利于推广利用。

3 小结

长俊木瓜组培苗叶片数、IBA、NAA对组培苗生根率都有显著影响。长俊木瓜组培苗叶片数 ≥ 9 和叶片数6~8对生根的影响显著优于叶片数 < 6 ,而它们之间的差异不显著,IBA $4\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 和IBA $2\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 水平显著优于IBA $0\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$,NAA $8\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 和NAA $4\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 水平显著优于NAA $0\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

长俊木瓜组培苗叶片数及生长素对生根影响的最优组合是叶片数6~8,培养基为1/2MS + IBA $2\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ + NAA $4\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

参考文献:

- [1] 方建平. 果中新秀—长俊木瓜[J]. 今日科技,2000,(11):8.
- [2] 王嘉祥. 沂州木瓜[J]. 落叶果树,2003,(1):21-22.
- [3] 周根土. 宣木瓜丰产栽培技术[J]. 经济林研究,2003,21(4):85-86.
- [4] 刘大勇,于万俊,赵翠华,等. 曹州木瓜早实丰产栽培技术[J]. 烟台果树,2003,(1):45.
- [5] 佟金红,许金兰,许国臣,等. 木瓜引种栽培试验初报[J]. 河北林业科技,2003,2(4):3-5.
- [6] 刘贵利,许同印. 皱皮木瓜的栽培技术[J]. 时珍国医国药,2003,14(5):319-320.

(上接第46页)

表6可以看出:在下边坡的生态恢复类型中,土壤有机质和碱解氮两项指标表现为:黑麦草与苜蓿混播类型的效果优于小冠花苜蓿黑麦草混播类型,更优于连翘(灌木)类型。土壤速效磷和速效钾两项指标表现为:小冠花苜蓿黑麦草混播类型的数值最低。这与前面对表2和表3的分析结果类似。

4 结论

本研究结果说明勉宁高速公路不同生态恢复类型与土壤肥力因子的关系如下:

草本恢复类型对前期土壤肥力的恢复作用大于草灌结合,并好于单纯灌木恢复类型,因此,在山区高速公路生态恢复前期一定要注意草本恢复类型的选择,待草本类型恢复达到较高水平时,考虑与灌木有效搭配,为以后过渡到灌木类型奠定基础。

禾本科植物根系发达,适应性较强,对水土流失的防止作用明显,豆科植物有固定氮素作用,在草本生态恢复类型中,豆科植物与禾本科植物混播的效果优于单纯禾本科植物的作用,也优于单纯豆科植物的作用,因此,两者的混播是比较好的生态恢复组合。

土壤肥力因子中有机质与碱解氮两个指标有较好的相关性,主要与土壤表层有机质的生成量和分解量之差(积累量)有关,因此,生态恢复前期,能有效增加有机质生成量的植物类型有较好的生态恢复作用。

参考文献:

- [1] 孙宁,毛荣昌,殷筱琴. 调整公路环境的综合评价指标体系及方法[J]. 交通科技,2004,(3):94-95,117.
- [2] 赵和顺. 山区高速公路环境影响评价及对策[J]. 科技情报开发与经济. 2004,(4):207-208
- [3] 董建辉. 山区高速公路生态恢复研究[J]. 陕西林业科技. 2005,(3):52-54.
- [4] 张卫平,董建辉,高凤亮,等. 遥感技术在勉县至宁强高速公路生态调查中的应用研究[A]. 长安大学特殊地区公路工程教育部重点实验室、《第五届交通运输领域国际学术会议》组委会编. 第五届交通运输领域国际学术会议论文集[C]. 北京:人民交通出版社,2005.897-901
- [5] 鲍士旦. 土壤农化分析(第3版)[M]. 北京:中国农业出版社. 2000.
- [6] 董建辉,薛泉宏. 黄土高原坡地封闭式水平带侧柏人工林土壤肥力研究[J]. 中国农学通报. 2005,21(7):123-125,133.
- [7] 董建辉,薛泉宏,张建昌,等. 黄土高原人工混交林土壤肥力及混交效应研究[J]. 西北林学院学报. 2005,20(3):31-35.