

文章编号: 0451-0712(2006)11-0187-07

中图分类号: S157.4⁺33

文献标识码: B

喀斯特地区高等级公路边坡等侵蚀劣地草种筛选研究

龙忠富, 唐成斌, 刘秀峰, 刘正书, 孟军江

(贵州省草业研究所 独山县 558200)

摘 要: 根据喀斯特山区高等级公路边坡等侵蚀劣地立地条件和生物防护对草被植物生物、生态学特性及水土保持性能的需求, 对搜集和引进的 18 份草被植物的生态、社会 and 经济效益进行了系统研究, 并采用模糊评分法对不同草被植物进行了综合评价, 筛选出了适宜于贵州喀斯特山区高等级公路边坡等侵蚀劣地用的百喜草、茅状羊茅、百脉根、剪股颖、小冠花、扁穗牛鞭草、葛藤、白三叶、紫花苜蓿等优良护坡型草被植物, 为贵州喀斯特山区高等级公路边坡等侵蚀劣地生物防护及植被恢复提供了科学的草种选择依据。

关键词: 喀斯特山区; 公路边坡; 侵蚀劣地; 生物防护; 草被植物; 筛选

随着国家对公路等基础设施建设投资力度的加大及西部大开发的实施, 对贵州省的国民经济建设起到了巨大的推动作用。但由于贵州省是喀斯特强烈发育的高山区, 山高坡陡, 高等级公路、西电东送、西气东输等工程建设过程中土石方挖掘移动量大, 原始植被破坏严重, 水土流失, 滑坡、泥石流等灾害时有发生, 引发新的生态破坏、造成生态环境恶化, 给当地的生态环境和公路交通的正常运行造成了严重影响。在高等级公路等重大工程建设的同时, 如何搞好公路边坡等侵蚀劣地的水土流失治理及植被恢复, 就显得日益重要。草被防护因其投资少、绿化效果好等优点, 正日益受到人们的重视。而能否成功地建植具有高效生态功能和经济功能的草被覆盖, 关键取决于能否筛选出适宜的草种和不同的草种组合, 2001 年~2004 年我们进行了喀斯特山区高等级公路边坡等侵蚀劣地适宜草种筛选试验研究, 以期对喀斯特山区高等级公路边坡等侵蚀劣地的水土流失治理及植被恢复提供科学的草种选择依据。

1 材料和方法

1.1 试验地概况

试验地设在贵州省独山县省草业科学研究所内, 独山县属典型喀斯特岩溶区域, 多年平均气温

15℃, 极端高温 38℃, 极端低温 -8℃, 属中亚热带气候, 年降雨量 1 346.3 mm, 年平均相对湿度 82%, 无霜期 272 d, 年日照时数 1 287 h。试验地土壤为黄壤, 土壤全氮含量 0.027%, 速效磷 29.23 mg/kg, 速效钾 83.25 mg/kg, 碱解氮 130.78 mg/kg。

1.2 供试草种

供试草种共 25 份, 2000 年通过对其生长情况、越冬(夏)率、病虫害发生情况的初步观测, 筛选出其中 18 份进入正试; 各草种名称及来源详见表 1。

1.3 样地选择及试验设计

在贵州省草业科学研究所试验场内选择坡度 25°左右的阳坡地块作为样地进行试验, 按边长垂直于坡向布设小区, 小区规格为 3 m×10 m, 按随机区组试验设计排列, 3 次重复, 播种栽植时间为 2001 年 4 月 2 日。各小区管理严格一致。

1.4 测定内容及方法

1.4.1 基本情况观测

包括栽植(播种)期、出苗期(返青期)、植株高度、分蘖情况、青绿期、越冬(夏)率、生活力及田间发病率等。

1.4.2 植被覆盖度测定

分别于 2001 年 7 月 2 日和 9 月 2 日采用目测法与针刺样点法相结合测定, 样方面积 1 m×1 m, 重

表 1 供试草种名称及来源

序号	草被植物名称	拉丁文名	来源
1	百喜草	Paspalum notatum Flugge	江西
2	百脉根	Lotus corniculatus	新西兰
3	剪股颖	Creeping Bentgrass	本所搜集的贵州野生资源
4	小冠花	Coronilla varia L	陕西
5	扁穗牛鞭草	Hemarthria compressa	本所搜集的贵州野生资源
6	葛藤	Pueraria lobata	本所搜集的贵州野生资源
7	红三叶	Trifolium pretense	本所搜集的贵州野生资源
8	白三叶	Trifolium repense	美国
9	紫花苜蓿	Medicago sativa	美国
10	一年生黑麦草	Lolium multiflorum	本所搜集的贵州野生资源
11	苇状羊茅	Festuca arundinacea	美国
12	多年生黑麦草	Lolium perenne	本所搜集的贵州野生资源
13	狗牙根	Bermudagrass	广东
14	香根草	Veliveria zizanioides(L.)Nash	本所搜集的贵州野生资源
15	假俭草	Eremochloa ophiurides	本所搜集的贵州野生资源
16	猫尾草	Phleum pratense	本所搜集的贵州野生资源
17	五节芒	M. floridulus	本所搜集的贵州野生资源
18	宿根画眉草	E. perennans	本所搜集的贵州野生资源

复测定 5 次取平均值(下同)。

1.4.3 地上生物量测定

每年 4 月~10 月进行地上生物量测定,各种草被植物每一重复各选取 1 m² 作测试样区,将地上部分齐地面剪取称其鲜重。

1.4.4 茎叶吸水率的测定

采地上部分一定量的茎叶称其鲜重,把样品放入水中浸泡 4 h 后称重,计算吸水率。

1.4.5 根系调查

分别在生长一年的不同草被植物样地内调查单株根系,测量不同深层内分布的不同根系的重量、根深、根幅、根数、鲜重。

1.4.6 土壤理化性状测定

2003 年 6 月 20 日在样地内挖土壤剖面,在 0~40 cm 层次用环刀和铝盒均匀取样。采用烘干法测定土壤含水量,用环刀浸水法测定土壤容重、孔隙度、毛管饱和持水量、田间最大持水量、土壤贮水量;有机质用重铬酸钾法;pH 值用 2.5:1 水土比酸度计法;碱解氮用扩散法;速效磷用 Na₂CO₃ 钼锑抗比色法;速效钾用 NaCl 浸提—火焰光度计法。

1.4.7 土壤渗透性能的测定

用渗透筒法测定渗透速率和渗透系数(K_{10C})。

1.4.8 土壤抗蚀性能测定

用环刀在样地内取 5 cm 高的原状土,应用滴水法测定土壤完全崩解所需要的时间,从而以此判定土壤的抗蚀性能。

2 结果与分析

2.1 不同草种的物候期及适应能力

经对不同草种的出苗期(返青期)、分蘖(分枝)期、抽穗(现蕾)期、种子成熟期、越冬(夏)率、抗逆性(抗旱性及田间病虫害发生情况)等的观测(见表 2)。从各草被植物的物候期测定结果看,除香根草、葛藤、扁穗牛鞭草等少数草种不能正常结实外,其他均能正常结实;从生长速度看,播种后出苗速度最快的是是一年生黑麦草,播后 7 d 即开始出苗,出苗最慢的是百喜草,播后 25 d 开始出苗,且苗期生长速度较慢;一年生黑麦草和多年生黑麦草越夏较困难,其越夏率分别只有 58%和 65%,其余均能正常越夏,越冬性除宿根画眉草较差外,其余均能正常越冬,各草种青绿期在 240~360 d 范围,而扁穗牛鞭草、紫花苜蓿、百脉根等则为四季青绿;除一年生黑麦草和多年生黑麦草、剪股颖、红三叶抗逆性较差外,其余抗逆性均较强。

2.2 不同草被植物的生长性能及根系分布状况(表 3)

表 2 各草被植物的物候期及适应能力观测结果

草种名	出苗期(返青)	分枝期(分蘖)	抽穗期(现蕾)	种子成熟期	越冬率/%	越冬率/%	青绿期/d	抗逆性
百喜草	5 月 10 日	5 月 27 日	6 月 12 日	7 月 25 日	100	100	280	强
百脉根	4 月 28 日	5 月 27 日	6 月 18 日	8 月 2 日	100	100	360	较强
剪股颖	4 月 25 日	5 月 12 日	6 月 8 日	7 月 17 日	90	100	360	差
小冠花	4 月 28 日	5 月 25 日	7 月 4 日	8~10 月	100	100	300	较强
扁穗牛鞭草	4 月 12 日	4 月 28 日	6 月 25 日	—	100	100	360	强
葛藤	4 月 23 日	6 月 25 日	8 月 2 日	9 月 19 日	100	100	280	强
红三叶	4 月 25 日	5 月 20 日	6 月 18 日	6~9 月	93	100	300	一般
白三叶	5 月 1 日	5 月 22 日	6 月 23 日	7 月 22 日	95	100	360	强
紫花苜蓿	4 月 24 日	5 月 3 日	6 月 21 日	9 月 15 日	98	100	360	较强
一年生黑麦草	4 月 18 日	5 月 5 日	6 月 10 日	6 月 25 日	58	100	290	差
苇状羊茅	4 月 23 日	5 月 10 日	5 月 28 日	7 月 2 日	100	100	330	较强
多年生黑麦草	4 月 20 日	5 月 10 日	6 月 18 日	7 月 24 日	65	100	300	差
狗牙根	4 月 25 日	5 月 15 日	6 月 5 日	7 月 6 日	100	100	280	强
香根草	4 月 20 日	6 月 1 日	7 月 22 日	—	100	96	270	强
假俭草	4 月 20 日	5 月 6 日	7 月 15 日	7 月 18 日	100	100	270	强
猫尾草	4 月 18 日	5 月 20 日	8 月 17 日	7 月 25 日	100	100	290	强
五节芒	4 月 16 日	5 月 15 日	6 月 24 日	—	100	95	270	强
宿根画眉草	4 月 25 日	5 月 12 日	5 月 24 日	9 月 27 日	100	94	260	强

表 3 不同草被植物的生长性能及根系分布状况

草种	测定时期	分蘖分枝数	株高/cm	地上生物量 t/(hm ² ·a)	盖度/%		根系重/g	根系入土深度/cm	根系集中范围/cm
					7 月 2 日	9 月 2 日			
百喜草	抽穗	94	78	57.8	82	100	95	35	20~25
百脉根	开花	45	21	23.8	80	100	98	50	20~35
剪股颖	分蘖	120	40	56.8	93	100	321	10	5~8
小冠花	开花	25	28	38.6	89	100	108	40	20~30
扁穗牛鞭草	分蘖	36	68	108.2	92	100	134	40	10~20
葛藤	开花	15	18	42.6	86	100	120	32	22~25
红三叶	开花	19	36	68.4	86	98	54	40	10~30
白三叶	开花	15	16	54.2	90	100	12	30	0~20
紫花苜蓿	开花	16	58	68.2	83	90	109	35	10~30
一年生黑麦草	分蘖	32	64	76.6	92	93	75	30	0~20
苇状羊茅	成熟	135	110	62.4	82	96	350	40	0~10
多年生黑麦草	分蘖	29	58	69.8	90	82	156	42	24~30
狗牙根	抽穗	32	35	25.6	80	94	136	12	0.5~10
香根草	抽穗	48	130	41.8	78	85	350	60	0.5~40
假俭草	抽穗	35	35	28.6	83	95	187	8	0.5~10
猫尾草	抽穗	35	50	38.8	89	93	55	27	20~23
五节芒	抽穗	32	105	41.9	70	82	120	32	20~35
宿根画眉草	抽穗	55	50	39.4	86	92	230	27	20~23

由于植物自身生长特性不同,因而不同草被植物的地上生物量也明显不同,2001 年~2003 年 3 年平均,各草被植物的地上生物量为 23.8~108.2 t/(hm²·a);其中百脉根地上生物量最低,仅为 23.8 t/(hm²·a),地上生物量最高的是扁穗牛鞭草,达 108.2 t/(hm²·a)。

从植被覆盖情况看,覆盖速度最快的是一年生(多年生)黑麦草、扁穗牛鞭草、剪股颖等几种草被植物,播后 3 个月其植被覆盖度即达 90%以上,而播后 5 个月测定时,植被覆盖度达 100%的有百喜草、扁穗牛鞭草、小冠花、葛藤、剪股颖等草被植物,其余各草被植物植被覆盖度均在 82%以上;植被覆盖度特别是贴地覆盖度对防止地表水土流失具有重要作用,因此选择植被覆盖度特别是贴地覆盖度较大的草被植物是治理喀斯特山区水土流失的有效途径之一。

经测试,各参试草被植物的根系主要分布在 0~30 cm 深的土层内,而直径小于 10 mm 的侧根(须根)多分布在 0~20 cm 土层内,而且各草被植物须根量大,如黑麦草、苇状羊茅、百喜草,其直径小于 1 mm 的须根分别占总根量的 82%、80%、79%。

2.4 不同草被植物截持降雨能力大小(不同草被植物茎叶吸水率差异)

降雨时雨水首先被草被植物的茎叶所阻流,形成水珠后从茎叶上缓慢下落到地表,又被枯茎落叶吸收,缓解了降水对地表的溅蚀作用。从表 4 可以看出,各草被植物对降水均有一定的吸附能力,可有效截持降水。但不同草被植物的吸附能力存在明显差异,其中吸水率较大的有剪股颖、一年生黑麦草、多年生黑麦草等,其茎叶吸水率分别达到了自身重量的 33%、31%、30%;而五节芒、香根草的吸水率较小,其茎叶吸水率分别只达到自身重量的 12%和 8%。

2.5 不同草被植物对土壤理化性质的影响

2.5.1 不同草被植物对土壤的渗透能力作用

土壤渗透速度对降水能否很快渗入到土壤中,从而减少地表径流具有重要作用,由表 5 可知,不同草被植物土壤的渗透能力均明显比裸地强,而不同草被植物之间的渗透力也存在一定差异;其中百喜草的渗透能力最强,其渗透速率是对照区(裸地)的 2.1 倍,而猫尾草的渗透能力最小,其渗透速率仅为对照区(裸地)的 1.45 倍。

2.5.2 不同草被植物对土壤的培肥作用大小

表 4 不同草被植物茎叶吸水量测定

草种类型	茎叶鲜重 g	浸泡时间 h	茎叶浸泡 后重量/g	吸水量 g	吸水率 %
百喜草	154	4	200	46	30
百脉根	290	4	346	56	19
剪股颖	165	4	185	20	33
小冠花	280	4	352	72	26
扁穗牛鞭草	175	4	200	25	14
葛藤	268	4	339	71	27
红三叶	262	4	321	59	23
白三叶	320	4	368	48	15
紫花苜蓿	387	4	468	81	21
一年生黑麦草	315	4	415	100	31
苇状羊茅	210	4	270	60	28
多年生黑麦草	347	4	452	105	30
狗牙根	500	4	615	115	23
香根草	500	4	540	40	8
假俭草	500	4	585	85	17
猫尾草	354	4	436	82	23
五节芒	260	4	342	78	12
宿根画眉草	168	4	212	44	26

2004 年 9 月 8 日采集了不同草被植物和对照区(裸地)的土样进行了分析测试,结果见表 5。由表中可以看出,各草被植物区的养分含量均比对照区(裸地)高,而土壤容重都比对照区(裸地)的要低,这主要是因为:(1)植物根系和枯枝茎叶腐烂后,释放出养分,改善了土壤的理化性状;(2)草被植物根系具有固持土壤的能力,因而土壤养分流失量要比对照区(裸地)的低得多。其中豆科草被植物对土壤的改良作用优于禾本科草被植物,各草被植物对土壤的改良作用就土壤有机质而言百脉根、葛藤最大,宿根画眉草最小;就土壤碱解氮而言,百脉根最大,猫尾草最小;就有效磷而言,百脉根最大,香根草最小;就速效钾而言,百脉根最大,假俭草最小。

2.6 不同草被植物对土壤抗蚀性能的影响

土壤的抗蚀性与土壤结构、土壤有机质及土壤中根系的含量有关。土壤的抗蚀性能越强,则地表径流对土壤的冲刷程度越低。草被植物可有效覆盖地表,可拦蓄和滞缓地表径流对土壤的冲刷,根系量大密集,可有效增强土壤的抗蚀性能;从表 6 可以看出不同草被植物对土壤抗蚀性能的影响明显不同,其中百脉根、百喜草、苇状羊茅、香根草、红三叶、狗牙

表 5 不同类型草被植物样地土壤理化性质

草种类型	pH 值	有机质/%	碱解氮 mg·kg ⁻¹	有效磷 mg·kg ⁻¹	速效钾 mg·kg ⁻¹	容重 g/cm ³	孔隙度/%	渗透速率 mm·min ⁻¹	毛管饱和 含水量/%
百喜草	6.24	1.83	144.33	13.83	89.52	1.19	39.62	3.7	27.62
百脉根	6.12	2.03	178.52	18.90	130.92	1.16	45.32	4.2	28.66
剪股颖	6.32	1.86	149.31	16.58	105.32	1.29	45.32	3.9	28.69
小冠花	6.71	1.92	168.14	17.35	129.40	1.17	43.54	3.2	29.34
扁穗牛鞭草	6.24	1.84	124.83	12.96	92.48	1.32	42.33	3.1	28.57
葛藤	6.48	2.03	167.52	18.21	115.24	1.29	43.25	3.7	28.24
红三叶	6.48	2.02	169.78	17.64	123.28	1.18	49.35	3.8	29.12
白三叶	6.50	1.98	165.24	16.34	116.37	1.21	48.56	3.7	28.24
紫花苜蓿	6.48	2.02	175.92	18.42	118.32	1.27	43.25	3.3	29.35
一年生黑麦草	6.18	1.68	138.54	15.32	89.67	1.33	52.38	3.5	26.57
苇状羊茅	6.42	1.78	122.56	13.15	91.82	1.30	45.21	3.9	26.64
多年生黑麦草	6.10	1.75	142.62	14.62	90.26	1.33	49.68	3.9	27.84
狗牙根	6.14	1.62	128.36	13.24	94.26	1.27	42.36	3.2	27.34
香根草	6.23	1.98	143.27	12.78	109.15	1.27	42.64	3.6	28.40
假俭草	6.11	1.65	125.36	13.12	89.52	1.29	44.24	3.8	29.65
猫尾草	6.12	1.78	122.24	14.38	96.27	1.36	43.54	2.9	28.36
五节芒	6.18	1.79	157.24	14.92	90.48	1.43	44.68	3.9	29.64
宿根画眉草	6.25	1.62	134.25	13.82	89.67	1.39	42.33	3.2	28.57
裸地	5.90	1.56	111.6	12.34	70.34	1.65	30.21	2.0	25.13

表 6 土壤抗蚀性能测试

草种类型	腐殖质	采土体积	土中根系	完全崩解所
	厚度/cm	cm ³	鲜重/g	需要时间/min
百喜草	1.6	100	0.42	254
百脉根	1.6	100	0.46	278
剪股颖	1.5	100	0.54	223
小冠花	1.5	100	0.46	162
扁穗牛鞭草	1.3	100	0.32	152
葛藤	1.6	100	0.29	175
红三叶	1.5	100	0.46	212
白三叶	1.4	100	0.36	166
紫花苜蓿	1.4	100	0.42	206
一年生黑麦草	1.5	100	0.38	232
苇状羊茅	1.4	100	0.38	152
多年生黑麦草	1.4	100	0.40	184
狗牙根	1.2	100	0.36	212
香根草	1.1	100	0.76	236
假俭草	1.2	100	0.26	167
猫尾草	1.3	100	0.42	127
五节芒	1.2	100	0.38	135
宿根画眉草	1.3	100	0.34	106
裸地	0.3	100	0.07	45

根等对土壤抗蚀性能影响较大,而猫尾草、五节芒、宿根画眉草等对土壤抗蚀性能影响较小。

2.7 不同草被植物的综合评价

由于仅靠某些单项指标来衡量不同草被植物的优劣是不全面的,因此有必要对不同草被植物的生态、经济效能进行综合评定。本研究按生态效益优先,兼顾社会、美化效益的原则,通过对不同草被植物样地试验观测、调查资料分析,筛选出 C₁ 植被覆盖度、C₂ 抗逆性(为草被植物抗病虫、抗旱、耐瘠、多年可持续生长性能及自我更新能力等的综合性状评价价值,为便于计算,本表将抗逆性从大到小进行排列后量化,依次量化为 100、95、…)、C₃ 土壤抗蚀性(以土壤完全崩解所需时间表示)、C₄ 生物量、C₅ 茎叶吸水率、C₆ 根量、C₇ 土壤有机质、C₈ 土壤容重、C₉ 土壤渗透系数、C₁₀碱解氮、C₁₁田间最大持水量、C₁₂土壤孔隙度等 12 个生态、社会指标(表 7),进行模糊评分。将表 7 各品种的单项性状指标按优劣顺序排出名次并评分。本次试验共有 18 个品种,对某一性状指标最优的品种排第 1 名评 18 分,依次排列下去,最差的品种排第 18 名评 1 分;对某一性状指标有几个品种排名相同的,取几个品种应占名次评分数的平均值,

依次类推。若第*i*个品种,第*j*个指标为 q_{ij} ,则第*i*个品种的综合值为 $Q=\sum \lambda_j q_{ij}(i=1,2,\cdots,n)$,其中 λ_j 是第*j*个指标的权重(各性状的权重值是应用层次分析法,根据1~9比率极度法,并结合本研究对草被植物的要求,构造 AHP 判断矩阵,用解最大特征根及其相应特征向量的方法,编制程序在微机上求解,

结果如表 8),*Q* 值越大,说明品种越优。根据表 8 数据,如对植被覆盖度性状而言,百喜草、百脉根、剪股颖 3 个草种最优,取 3 个品种应占名次评分数的平均值,评 17 分;扁穗牛鞭草次之,评 15 分,⋯,五节芒最差,评 1 分(土壤容重的数值越大得分越低)。同理可推出其余各性状的各品种进行评分,结果列于表 9。

表 7 各草被植物模糊评分性状

草种名	<i>C</i> ₁ 植被覆盖度	<i>C</i> ₂ 抗逆性	<i>C</i> ₃ 土壤抗蚀性	<i>C</i> ₄ 生物量	<i>C</i> ₅ 茎叶吸水率	<i>C</i> ₆ 根量	<i>C</i> ₇ 土壤有机质	<i>C</i> ₈ 土壤容重	<i>C</i> ₉ 土壤渗透系数	<i>C</i> ₁₀ 碱解氮	<i>C</i> ₁₁ 田间最大持水量	<i>C</i> ₁₂ 土壤孔隙度
百喜草	100	95	254	57.8	29	95	1.83	1.19	3.7	144.33	35.5	39.62
百脉根	100	30	278	23.8	19	98	2.03	1.16	4.2	178.52	39.21	45.32
剪股颖	100	8	223	56.8	33	321	1.86	1.29	3.9	149.31	39.68	45.32
小冠花	100	22.5	162	38.6	26	108	1.92	1.17	3.2	168.14	41.32	43.54
扁穗牛鞭草	100	55	152	108.2	14	134	1.84	1.32	3.1	124.83	36.9	42.33
葛藤	100	90	175	42.6	30	120	2.03	1.29	3.7	167.52	37.54	43.25
红三叶	98	60	212	68.4	23	54	2.02	1.18	3.8	169.78	39.68	49.35
白三叶	100	60	166	54.2	15	12	1.98	1.21	3.7	165.24	38.27	48.56
紫花苜蓿	90	25	206	86.2	21	109	2.02	1.27	3.3	175.92	38.12	43.25
一年生黑麦草	93	12	232	76.6	31	75	1.68	1.33	3.5	138.54	42.37	52.38
苇状羊茅	96	35	152	62.4	28	350	1.78	1.3	3.9	122.56	34.79	45.21
多年生黑麦草	96	10	184	69.8	30	67	1.75	1.33	3.9	142.62	39.68	49.68
狗牙根	94	85	212	25.6	23	136	1.623	1.27	3.2	128.36	38.96	42.36
香根草	83	100	236	41.8	8	350	1.98	1.27	3.6	143.27	37.28	42.64
假俭草	96	75	167	28.6	17	187	1.65	1.29	3.8	125.36	38.64	44.24
猫尾草	93	65	127	38.8	23	55	1.78	1.36	2.9	122.24	37.64	43.54
五节芒	82	80	135	41.9	12	120	1.79	1.43	3.9	157.24	38.67	44.68
宿根画眉草	92	70	106	39.4	26	230	1.62	1.39	3.2	134.25	37.24	42.33

表 8 各评价指标的权重

性状	<i>C</i> ₁	<i>C</i> ₂	<i>C</i> ₃	<i>C</i> ₄	<i>C</i> ₅	<i>C</i> ₆	<i>C</i> ₇	<i>C</i> ₈	<i>C</i> ₉	<i>C</i> ₁₀	<i>C</i> ₁₁	<i>C</i> ₁₂
权重	0.188 4	0.154 7	0.122 9	0.106 8	0.105 3	0.067 3	0.068 0	0.035 1	0.052 9	0.03 77	0.0351	0.025 8

由各参试草种模糊评分的评价结果可以看出,百喜草、百脉根、剪股颖、小冠花、葛藤、白三叶、紫花苜蓿、苇状羊茅等的模糊综合评价值较高,表明其应用于公路边坡等侵蚀劣地的植被恢复与生态治理综合性状较好,是本地区公路边坡等侵蚀劣地植被恢复与生态治理用优良的水土保持型草被植物,宜推广应用。

3 结果与讨论

(1)三年的试验结果表明:百喜草、百脉根、剪股

颖、小冠花、葛藤、白三叶、紫花苜蓿、苇状羊茅、香根草、猫尾草等草被植物均具有较好的水土保持作用,且抗逆性较好,可作为公路边坡等侵蚀劣地的植被恢复与生态治理的首选草种。

(2)不同类型的草被植物其总体性能差异较大,本文采用生态、经济、社会效益并重的原则,利用模糊评分法进行水土保持型草被植物筛选。结果表明,百喜草、苇状羊茅、百脉根、剪股颖、小冠花、扁穗牛鞭草、葛藤、白三叶、紫花苜蓿等草被植物总体较好,是本地区优良的水土保持型草被植物,可大面积推

表 9 各参试草种模糊评分的评价结果

草种名	性状	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9	C_{10}	C_{11}	C_{12}	综合评 价值	排序
	权重	0.188 4	0.154 7	0.122 9	0.106 8	0.105 3	0.067 3	0.068 0	0.035 1	0.052 9	0.037 7	0.035 1	0.025 8		
百喜草		2.826 0	2.629 9	2.089 3	1.281 6	1.474 2	0.403 8	0.612 0	0.526 5	0.529 0	0.377 0	0.070 2	0.025 8	12.845 3	1
苇状羊茅		2.826 0	2.475 2	0.491 6	0.961 2	1.632 2	0.706 7	1.190 0	0.315 9	0.529 0	0.527 8	0.210 6	0.167 7	12.033 8	2
剪股颖		2.826 0	0.154 7	1.597 7	1.174 8	1.895 4	1.076 8	0.748 0	0.315 9	0.820 0	0.414 7	0.526 5	0.348 3	11.898 8	3
葛藤		2.826 0	0.928 2	2.212 2	0.106 8	0.631 8	0.471 1	1.190 0	0.631 8	0.952 2	0.678 6	0.456 3	0.348 3	11.433 3	4
小冠花		2.072 4	1.469 7	1.474 8	1.495 2	0.947 7	0.134 6	1.054 0	0.561 6	0.661 3	0.603 2	0.526 5	0.412 8	11.413 7	5
狗牙根		1.789 8	1.082 9	1.966 4	1.388 4	1.368 9	1.177 8	0.442 0	0.245 7	0.820 0	0.075 4	0.035 1	0.309 6	10.701 9	6
百脉根		2.826 0	0.618 8	1.229 0	0.427 2	1.211 0	0.538 4	0.816 0	0.596 7	0.211 6	0.565 5	0.596 7	0.219 3	9.856 2	7
白三叶		2.826 0	1.469 7	0.614 5	1.068 0	0.421 2	0.067 3	0.918 0	0.491 4	0.529 0	0.490 1	0.315 9	0.387 0	9.598 1	8
紫花苜蓿		0.376 8	2.784 6	1.843 5	0.747 6	0.105 3	1.177 8	0.918 0	0.421 2	0.423 2	0.339 3	0.175 5	0.129 0	9.441 8	9
扁穗牛鞭草		1.789 8	0.309 4	0.860 3	1.602 0	1.632 2	0.269 2	0.340 0	0.158 0	0.820 0	0.301 6	0.526 5	0.438 6	9.047 5	10
假俭草		1.318 8	2.320 5	1.720 6	0.213 6	0.947 7	0.874 9	0.136 0	0.421 2	0.211 6	0.188 5	0.421 2	0.103 2	8.877 8	11
红三叶		2.826 0	1.237 6	0.368 7	1.922 4	0.315 9	0.807 6	0.680 0	0.210 6	0.105 8	0.113 1	0.105 3	0.064 5	8.757 5	12
五节芒		1.507 2	2.011 1	1.351 9	0.320 4	0.526 5	0.942 2	0.204 0	0.315 9	0.661 3	0.150 8	0.351 0	0.258 0	8.600 3	13
香根草		0.565 2	0.773 5	1.106 1	1.815 6	0.737 1	0.605 7	1.054 0	0.421 2	0.317 4	0.640 9	0.280 8	0.167 7	8.485 2	14
宿根画眉草		0.188 4	2.165 8	0.983 2	0.854 4	0.210 6	0.706 7	0.544 0	0.035 1	0.820 0	0.452 4	0.386 1	0.283 8	7.630 4	15
多年生黑麦草		1.036 2	0.464 1	0.122 9	1.708 8	1.790 1	0.336 5	0.272 0	0.158 0	0.370 3	0.263 9	0.631 8	0.464 4	7.619 0	16
猫尾草		0.753 6	1.856 4	0.245 8	0.640 8	1.211 0	1.009 5	0.068 0	0.070 2	0.211 6	0.226 2	0.140 4	0.064 5	6.498 0	17
一年生黑麦草		1.036 2	1.701 7	0.737 4	0.534 0	0.947 7	0.201 9	0.442 0	0.105 3	0.052 9	0.037 7	0.245 7	0.219 3	6.261 8	18

广应用。

(3)贵州喀斯特山区公路边坡等侵蚀劣地立地条件复杂,生态类型多样;不同生态立地条件及不同利用需求,对草被植物的要求也千差万别,由于时间和条件的限制,许多问题还有待进一步研究。

参考文献:

[1] 任继周,主编. 草业科学研究方法[M]. 北京:中国农业出版社,1998.

[2] 中国科学院南京土壤研究所编. 土壤理化分析[M]. 上海:上海科学技术出版社,1978.

[3] 吴彦,刘世全,等. 植物根系提高土壤水稳性团粒含量的研究[J]. 水土保持学报,1997,3(1).

[4] 王晗生,刘国彬. 试论防蚀有效植被的基本特征—贴地面覆盖[J]. 中国水土保持,2000,(3).

[5] 吴佳海,陈瑞祥,牟琼,龙忠富. 模糊综合评判法和模糊评分法在苎麻品种综合评价的应用[J]. 中国麻作,1998,(1).

[6] 陈兵,任久长,铜黄公路边坡植被建植研究[J]. 公路,2004,(11).

[7] 王永安,王双生. 公路绿化系统的生态学分析[J]. 华东公路,2002,(6).

[8] 王晓东,刘晔. 边坡绿化喷播技术应用[J]. 公路,2002,(4).

[9] 刘秀峰,唐成斌. 贵遵高等级公路边坡生境调查及植被演替初探[J]. 贵州农业科学, 2000,28(6).

[10] 山寺喜成,安保昭,罗晶,张学培. 恢复自然环境绿化工程概论—坡面绿化基础与模式设计[M]. 北京:中国科学技术出版社,1997.

[11] 王志国. 林业生态工程学—林草植被建设的理论与实践[M]. 北京:中国林业出版社,2000.

[12] 孟繁玲,韩烈保. 液压喷播植物群落结构动态研究方法初探[J]. 草业科学,2001,18(5).

[13] 章家恩,徐琪. 道路的生态学影响及其生态建设[J]. 生态学杂志,1995,14(6).