

河北邢汾高速边坡沿线植物群落物种组成与重要值分析

严慧玲^{1,2}, 刘东明², 陈红锋², 王丙兴³, 赵文忠³, 叶智慧⁴

(1. 中国科学院大学, 北京 100049; 2. 中国科学院 华南植物园, 广州 510650;

3. 邢汾高速公路筹建处, 河北邢台 054001; 4. 广州普邦园林股份有限公司, 广州 510600)

摘 要:随着河北邢汾高速公路跨越式的建设,不可避免地对沿线的生态环境造成破坏。为了更好的发挥植物的生态效益而达到水分涵养与固土护坡的目的,必须充分解决好植物种类的筛选与植物群落的配置的问题。根据野外样方的调查,通过对边坡沿线不同海拔梯度植物种类的组成、重要值的变化规律以及群丛分布情况的分析,结果表明:1) 该区样方共有维管植物 21 科 41 属 48 种;筛选出适合该区边坡植被恢复的优势种共计 25 种,其中乔木类 6 种,灌木类 5 种,草本类 14 种。2) 植物种重要值随海拔高度变化影响较大,其中刺槐、酸枣、胡枝子、白羊草、细柄草、矛叶荩草、披碱草表现明显;3) 草本层在各海拔内重要值最高,能充当边坡植被恢复的先锋角色;4) 各海拔内禾本科植物重要值最高;5) 该区植物群落主要分为 4 个群丛;在边坡植被恢复过程中,4 个主要群丛可为植物群落配置提供参考。

关键词:河北邢汾高速; 植物群落; 重要值; 边坡植被恢复

中图分类号: S718.54⁺2

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2015)02-0328-06

Species Composition of Plant Community and Analysis of Important Value in the Roadside of Xingfen Highway of Hebei Province

YAN Huiling^{1,2}, LIU Dongming², CHEN Hongfeng², WANG Bingxing³, ZHAO Wenzhong³, YE Zhihui⁴

(1. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China; 2. South China

Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences, Beijing 510650, China; 3. Management Office of

Xingfen Expressway, Hebei 054001, China; 4. Pubang Landscape Architecture Co., Ltd., Guanzhou 510600, China)

Abstract: With the leapfrog construction of Xingfen highway of Hebei Province, ecological environment along the roadside is inevitably being destroyed. For the purpose of conserving water, stabilizing and protecting slopes, the ecological benefits of plants should be fully developed. The key to achieving the purpose is the selection of plant species and configuration of plant community. In terms of the field quadrat investigation, the result shows from the analysis of the number of plant species at different altitudes, laws of variance of important value and distributional conditions of plant association, that there are about 21 families, 41 genus, 48 species of vascular plants, of which 28 dominant species including 6 tree species, 6 shrub species and 16 herb species appropriate for slope revegetation of Xingfen Highway in Hebei Province have been screened. The important values of plant species change are greatly influenced by the altitudes. Of all species *Robinia pseud-acacia*, *Ziziphus jujuba* var. *Spinosa*, *Lespedeza bicolor*, *Bothriochloa ischaemum*, *Arthraxon lanceolatus*, *Capillipedium parviflorum* and *Elymus dahuricus* are influenced remarkably by the altitudes. The important value of species in the herb layer is the highest at every altitude, which can play an important role in pioneer species of slope revegetation. Of all families is the highest at every altitudes. Plant community alongside of the slope of Xingfen Highway in Hebei Province is divided into four plant associations. In the course of side-slope revegetation, four main plant associations can give reference to the configuration of plant community.

Keywords: Xingfen highway in Hebei Province; plant community; important value; slope revegetation

河北邢汾高速公路横穿太行山主峰,东难西险,降雨少,土壤贫瘠,植被稀少。此外随着河北邢汾高

速公路跨越式的建设,不可避免地对沿线的生态环境造成破坏,如开挖路堑、填筑路堤,破坏了原有的植被

覆盖层,加剧了生态系统的恶化,给高速公路路域自然环境带来了严重的影响^[1-3],因而更加加重了的水土流失、山体滑坡等问题。因此如何恢复和重建公路边坡及路侧两旁的自然植物群落,是建设邢汾生态型高速公路和实现可持续发展道路急需解决的问题。

植物群落是植物与植物之间,植物与环境之间形成一定相互关系的植物种类的组合,是生物群落和生态系统中最主要的组成部分。群落的外貌是群落最明显的特征,它是群落与外界环境长期适应的结果^[4-5]。植物群落的建立是修复被破坏的自然环境的必要手段,是实现高速公路边坡植被恢复的关键。

目前,有学者在太行山区的落叶阔叶林区系组成、群落结构、外貌特征以及土壤水分涵养等方面做过一些研究,但就刚修建的河北邢汾高速公路(2007—2013)沿线植物群落种类组成的数量特征研究甚少。植物种类的合理筛选与相互搭配,是修复公路边坡被破坏的自然环境的关键。因此本文以邢汾高速边坡沿线植物群落为研究对象,在对河北邢汾高速公路路域植被进行全面野外调查的基础上,通过在边坡沿线不同海拔梯度植物种类组成、重要值的变化规律以及群从分布进行分析与探讨,以期为该高速公路边坡植物种类的选择及植被群落的建植提供科学的指导。

1 自然概况

邢汾(河北邢台—山西汾阳)高速公路主线全长84.326 km,地理位置在37°00′—37°08′N,113°40′—114°20′E之间,东西部高差1 100多米,是河北省高速公路网的重要组成部分。该区属暖温带大陆性季风气候,寒暑悬殊,极端最低气温在-20℃以下,最高气温在40℃以上,年平均降水量为700 mm左右。其地带性植被类型主要以暖温带落叶阔叶林为主。主要植被类型有温性针叶林、落叶阔叶林、灌丛、灌草丛、山地草甸等。

该区的土壤主要以褐土和棕壤土为主,在某些海拔较高的山岭顶部还有部分的山地草甸土分布。边坡开挖之后,原有的坡面自然植被破坏殆尽,大部分坡面呈裸露或半裸露状态,土层薄、石砾含量高,偏碱性,不利于植物生长。此外,邢汾高速公路位于太行山区,气温高,降雨量大,尤其每年的7—9月,且多暴雨,很容易引发水土流失、山体滑坡等问题。

2 调查方法

2.1 样地设置

通过在对河北邢汾高速公路沿线植被进行野外

调查的基础上,根据沿线植被特征、群落结构和植物分布情况,同时由于调查区域海拔较高,地势险要,不同海拔高度内植被类型比较单一,植物因恶劣的生长条件,植株较矮小,基于上述客观条件,选取标准样地,乔灌型样方面积设置为5 m×5 m,灌草型样方面积设置为2 m×2 m,草本型样方设置为1 m×1 m。沿线共选取6处样地,样方总计76个,其中乔灌型样方6个,灌草型样方45个,草本型样方25个,调查总面积为314 m²。

2.2 调查内容

野外调查内容包括:1)样地的基本概况,如群落类型、植物配置、经纬度、海拔、坡度等;2)记录每个样地的地点、样方内植物的种名、株数、平均高度、盖度等;3)记录开挖后高速公路边坡土壤岩石类型、土壤分化程度以及周边自然植被的特征;4)根据各个海拔段,统计出沿线植被的种类、生长情况等。

2.3 重要值换算方法

针对乔木而言:重要值($IV_{\text{乔木}}$)=(相对密度+相对频度+相对高度)/3

针对灌草而言:重要值($IV_{\text{灌草}}$)=(相对密度+相对高度+相对盖度)/3

3 结果与分析

3.1 种类组成

根据314 m²样方调查的资料统计显示(表1),该区共有维管植物21科41属48种。其中该区植物群落以草本为主,所占比例为60.42%,乔木与灌木所占比例分别为22.92%,12.50%。该区植物群落种数在3种(包括3种)以上的科有菊科、禾本科、豆科、漆树科。这3个科所包括的种数共占总种数的50.00%,其他17个科所包括的种数占总种数的50.00%,其中禾本科所包括种数占总种数的22.91%,数量最多,13个科只含有1个种,占总科数的61.90%。样方中出现频率较高的种有:乔木类有栓皮栎(*Quercus variabilis*)、刺槐(*Robinia pseudoacacia*)、酸枣(*Ziziphus jujuba* var. *Spinosa*)、臭椿(*Ailanthus altissima*)、火炬树(*Rhus typhina*);灌木类有荆条(*Vitex negundo* var. *Heterophylla*)、胡枝子(*Lespedeza bicolor*);草本类有瓦松(*Orostachys fimbriatus*)、野甘菊(*Helianthus annuus*)、阿尔泰狗娃花(*Heteropappus altaicus*)、白羊草(*Bothriochloa ischaemum*)、矛叶荩草(*Arthraxon lanceolatus*)、狗牙根(*Cynodon dactylon*)、细柄草(*Capillipedium parviflorum*)、披碱草(*Elymus dahuricus*)、野古草(*Arundinella anomala*)等。

表 1 邢汾高速公路路域植物群落样方维管束植物统计

科名	属数	种数
菊科	3	5
禾本科	13	14
败酱科	1	1
堇菜科	1	1
柏科	1	1
苦木科	1	1
豆科	4	5
萝藦科	1	1
桑科	2	2
苋科	2	2
漆树科	2	3
鼠李科	2	2
蔷薇科	1	1
石竹科	1	1
壳斗科	1	2
虎耳草科	1	1
景天科	1	1
藜科	1	1
牻牛儿苗科	1	1
马鞭草科	1	1
茜草科	1	1

3.2 重要值分析

重要值作为物种的综合数量指标,表征其在群落中植物优势度的一个量度标志。不同海拔高度乔木层、灌木层与草本层重要值的计算结果如下。

表 2 的结果表明,根据重要值测定的乔木层优势种数目有 10 种,植物种类按照重要值的平均值排序依次为栓皮栎>刺槐>酸枣>火炬树>槲栎>臭椿>山杏>构树>蒙桑>黄连木。从表 2 中可以看出,植物种重要值受海拔高度影响较大,其中火炬树、臭椿、山杏、构树、蒙桑、黄连木分布于海拔段为 200~380 m,在海拔段为 330~380 m 生长最佳;刺槐、酸枣分布于海拔段为 260~680 m,在海拔段为 330~430 m 生长最佳;构树适合生长在海拔段为 820~940 m 地段;栓皮栎、槲栎受海拔高度的影响较小,海拔段在 620~680 m 生长最佳。栓皮栎、槲栎、构树种子多,容易发芽,但也容易被鸟食,蒙桑在样方中出现频率太低,考虑到该区边坡土壤类型主要以石质边坡或土石边坡为主,不适合大面积范围内的移栽,因此适合公路边坡植被恢复的乔木植物种类共计 6 种。

表 2 路域边坡不同海拔高度乔木层物种组成与重要值%

种名	不同海拔高度/m						Ⅳ 平均值
	260~320	330~380	390~430	440~510	620~680	820~940	
栓皮栎	0.86	—	38.63	6.44	24.81	13.62	16.87
刺槐	2.60	3.23	—	16.06	—	—	7.30
酸枣	9.44	15.84	1.49	3.42	0.46	—	6.13
火炬树	6.06	—	—	—	—	—	6.06
槲栎	—	—	—	5.14	—	—	5.14
臭椿	3.94	2.71	—	—	—	—	3.32
山杏	1.84	—	—	—	—	—	1.84
构树	—	0.70	—	—	—	2.49	1.59
蒙桑	—	1.02	—	—	—	—	1.02
黄连木	0.82	—	—	—	—	—	0.82

表 3 的结果表明,根据重要值测定的优势种数目有 7 种,植物种类按照重要值的平均值排序依次为荆条>大花溲疏>多花胡枝子>胡枝子>雀梅藤>歧茎蒿>红麸杨。从表 3 中可以看出,植物种重要值受海拔高度影响较大,其中歧茎蒿、红麸杨分布于海拔段为 390~680 m;大花溲疏、雀梅藤分布于海拔段为 820~940 m;荆条、多花胡枝子、胡枝子受

海拔高度的影响较小,荆条在海拔段为 440~640 m 地段生长最佳,多花胡枝子、胡枝子在海拔段为 620~940 m 地段生长最佳。歧茎蒿种子不易得,红麸杨在样方中出现频率太低,考虑到该区边坡土壤类型主要以石质边坡或土石边坡为主,不适合大面积范围内的移栽,因此适合公路边坡植被恢复的灌木植物种类共计 5 种。

表 3 路域边坡不同海拔高度灌木层物种组成与重要值%

种名	不同海拔高度/m						Ⅳ 平均值
	260~320	330~380	390~430	440~510	620~680	820~940	
荆条	30.08	19.72	13.17	24.55	28.25	16.92	22.11
大花溲疏	—	—	—	—	—	11.63	11.63
多花胡枝子	—	1.35	—	—	4.67	20.14	8.72
胡枝子	—	1.99	—	4.82	11.03	—	5.95
雀梅藤	—	—	—	—	1.22	6.20	3.71
歧茎蒿	—	—	5.47	—	—	—	5.47
红麸杨	—	—	—	2.10	—	—	2.10

表 4 的结果表明,根据重要值测定的优势种数目有 23 种,植物种类按照重要值的平均值前 17 的排序依次为瓦松>白羊草>狗尾草>野古草>细柄草>黄背草>牻牛儿苗>矛叶荩草>巨序剪股颖>合被苋>中华隐子草>野甘菊>马唐>披碱草>败酱>黄耆>阿尔泰狗娃花>地梢瓜。从表 4 中可以看出,植物重要值受海拔高度影响较大,其中野古草、巨序剪股颖、阿尔泰狗娃花分布于海拔段为 260~380 m;瓦松、白羊草、狗尾草、黄背草、牻牛儿苗、毛马唐、猪毛菜分布于海拔段为

260~510 m,海拔段为 390~430 m 地段生长最佳;马唐、败酱、黄耆、地梢瓜分布于海拔段为 620~940 m;细柄草、矛叶荩草、中华隐子草、野甘菊、披碱草受海拔高度的影响较小,细柄草、矛叶荩草、野甘菊、披碱草、白莲蒿、铁苋菜在海拔段为 620~680 m 地段生长最佳。由于瓦松根系太浅,不能满足生态护坡的要求,狗尾草为恶性杂草,白莲蒿、铁苋菜、毛马唐、猪毛菜、野艾蒿出现的频率太低,合被苋、牻牛儿苗种子不易得,因此适合公路边坡植被恢复的草本植物种类共计 14 种。

表 4 路域边坡不同海拔高度草本层物种组成与重要值 %

种名	不同海拔高度/m						Ⅳ 平均值
	260~320	330~380	390~430	440~510	620~680	820~940	
瓦松	—	—	—	16.97	—	—	16.97
白羊草	18.74	—	24.23	2.80	—	—	15.25
狗尾草	11.03	24.07	—	2.29	—	—	12.47
野古草	—	11.17	—	—	—	—	11.17
细柄草	4.00	—	—	—	—	13.65	8.83
黄背草	—	—	—	5.95	—	—	5.95
牻牛儿苗	—	—	10.56	1.13	—	—	5.84
矛叶荩草	—	0.40	—	—	4.25	11.63	5.43
巨序剪股颖	4.21	—	—	—	—	—	4.21
合被苋	—	—	—	4.18	—	—	4.18
中华隐子草	—	6.28	—	—	1.61	—	3.95
野甘菊	0.23	4.49	6.45	1.99	5.95	3.73	3.81
马唐	—	—	—	—	3.00	—	3.00
披碱草	4.84	—	—	1.73	2.26	—	2.94
败酱	—	—	—	—	2.41	—	2.41
黄耆	—	—	—	—	2.23	—	2.23
阿尔泰狗娃花	—	2.10	—	—	—	—	2.10
地梢瓜	—	—	—	—	2.09	—	2.09
白莲蒿	—	0.90	—	—	2.44	—	1.67
铁苋菜	—	—	—	—	1.36	—	1.36
毛马唐	—	1.34	—	—	—	—	1.34
猪毛菜	—	1.13	—	—	—	—	1.13
野艾蒿	—	0.61	—	—	1.42	—	1.02

表 5 结果表明,在邢汾高速公路边坡沿线植物群落中,由各海拔内乔木层、灌木层、草本层重要值变化显示:乔木层随海拔的增加重要值先增加后减少,在海拔段为 390~510 m 地段生长最佳;灌木层随海拔的增加重要值先减少后增加,在海拔段为 620~940 m 地段生长最佳;草本层随海拔的增加重要值先增加后减少再增加,在海拔段为 330~430 m 地段生长最佳。其中草本层在各海拔内物种重要值最高。

上述的结果表明,植物的生长情况受海拔高度影响大,不同的海拔高度优势种以及乔木层、灌木层、草本层在植物群落中所占优势有差异,基于以种子喷播为主,移栽苗木为辅的思想为指导,同时以抗性强、长势好、适应强、观赏性高的当地树种为依据,结合重要值综合分析考虑,最后筛选出适合河北邢汾高速公路边坡植被恢复的优势种共计 25 种,其中乔木类 6 种,灌木类 5 种,草本类 14 种(表 6)。

表 5 路域边坡不同海拔高度乔、灌、草层重要值 %

生长型	海拔高度/m					
	260~320	330~380	390~430	440~510	620~680	820~940
乔木层	25.56	23.49	40.12	31.05	25.27	16.11
灌木层	30.43	23.06	18.64	31.48	47.40	54.88
草本层	44.01	53.45	41.24	37.48	27.33	29.01

表 6 推荐边坡植被恢复的绿化树种

生长型	植物名	科	特性	生长习性	主要繁殖方式
乔木类	刺槐	豆科	适应性强,为优良固沙保土速生树种	有一定的抗旱、耐盐碱能力	播种,扦插
	酸枣	鼠李科	绿化荒山秃岭,保持水土的优良工程绿化先锋树种	具有极强的耐旱力和耐瘠薄能力	播种
	火炬树	漆树科	果呈火炬状,叶秋天变红,是荒山绿化兼作盐碱荒地优良先锋树种	喜光,耐热耐寒,耐瘠薄,根系发达、生长速度较快	播种,分蘖繁殖
	臭椿	苦木科	树高,冠大,新春嫩叶紫红色,仲秋红果累累,矿区绿化和石质山地造林的先锋树种	喜光,不耐水湿,极耐干旱、瘠薄土壤,侧根发达,萌蘖力强	播种
	山杏	蔷薇科	根系发达,枝叶繁茂,耐风蚀沙埋,是优良的固沙和护坡保土树种	喜光,抗旱,抗低温,耐瘠薄,耐盐碱	播种
	黄连木	漆树科	根系发达,生长快,秋季叶色变红,艳丽夺目,是重要的观叶、绿化造林树种	喜光,也耐半阴;耐寒,耐干旱瘠薄和碱性土壤,但不耐水湿	播种
灌木类	荆条	马鞭草科	叶型美观,夏天开淡紫色花,是荒山造林的先锋树种和水土保持优良树种	喜光,耐寒、耐旱、耐瘠薄土壤,根茎萌发力强,根系发达	播种
	大花溲疏	虎耳草科	花朵洁白素雅,开花量大,是一种观赏性强的荒山绿化树种	喜光,稍耐阴,耐寒,耐旱,对土壤要求不严	播种
	胡枝子	豆科	枝叶茂密、覆盖度大,根系发达,是一种抗性强水土保持优良绿化树种	喜阳光,稍耐庇荫,耐阴、耐寒、耐干旱、耐瘠薄,有根系发达、生长迅速、分蘖力强	播种
	多花胡枝子	豆科	固氮能力强,适应性能力强,花多数,呈紫色、紫红色或蓝紫色,是观赏性高的水土保持优良绿化树种	喜阳光,根系发达,适应力强,耐寒、耐干旱、耐瘠薄	播种
	雀梅藤	鼠李科	适应性强,生长快,是一种优良的水土保持和环保绿化树种	喜温暖湿润气候,对土壤要求不严,耐荫,萌芽、萌蘖力强	播种、扦插
草本类	白羊草	禾本科	根系发达,适应性强,一种广布优势建群种和优势种	分蘖力强,具有易建植、高产、抗旱、耐牧、抗侵蚀、耐盐碱、休眠期耐火烧等特性	播种、无性繁殖
	细柄草	禾本科	适应性强,根茎蔓延力强,为良好的保土护坡植物	耐旱,耐寒,耐瘠薄、践踏,不拘土壤	根茎繁殖
	野古草	禾本科	分布广,具有横走根茎,根系发达,生长迅速,有水土保持的作用	具有一定的耐寒、耐旱、耐涝和耐瘠薄土壤条件等特性	播种、根茎繁殖
	黄背草	禾本科	簇生,小穗美丽奇特,秆部颜色别致,自行繁殖,植株繁茂,是一种良好的水土保持草种	多生于干旱的山地阳坡,须根多,生长力强,抗旱、耐瘠薄、蓄水保土、繁殖容易	播种
	矛叶荻草	禾本科	适应能力强,便于粗放管理	分蘖能力强,耐旱,耐寒,耐瘠薄	根茎繁殖
	巨序剪股颖	禾本科	多簇生分枝,根茎疏丛型,适应性很强,分布较广,是一种植物群落优势建群种	抗寒力强,生活力旺盛,耐酸性土壤,耐践踏	根茎繁殖
	中华隐子草	禾本科	疏丛型,生命力强,有固土护坡的作用	分蘖能力强,较耐荫耐旱,耐寒,耐瘠薄	根茎繁殖
	野甘菊	菊科	开黄色或白色花,艳丽繁茂,是一种观赏性高的护坡树种	根系发达,喜温暖,耐寒冷,耐旱、耐瘠薄	播种、分株繁殖
	马唐	禾本科	适应性很强,根系发达,分布广,是固土护坡的先锋树种	较耐寒、耐旱、耐瘠薄	根茎繁殖
	披碱草	禾本科	适应性广,根系发达,分蘖能力强,植株高大,是一种良好的水土保持草种	耐旱、耐寒、耐碱、耐风沙	播种、分株繁殖
	败酱	败酱科	分蘖能力强,植株高大,生性强健,抗性强,为良好的保土护坡树种	喜稍湿润环境,耐严寒,耐干旱瘠薄	播种、分株繁殖
	黄耆	豆科	根系发达,固氮能力强,茎叶繁茂,覆盖面积大,保持水土的优良树种	防风固沙能力强,抗逆性强,抗盐、抗旱,耐瘠薄	播种
	阿尔泰狗娃花	菊科	根系发达,花呈紫色,是具有一定观赏性的固土护坡的优良树种	耐寒冷,耐旱、耐瘠薄,抗逆性强	播种
	地梢瓜	萝藦科	植株生长旺盛,有一定的水土保持能力	具有抗寒、耐热、耐肥、耐贫瘠、耐旱、耐强光、易管理	

3.3 群落分析

根据样方调查的植物种类资料统计显示,该区植被类型主要以暖温带落叶阔叶林为主,从组成群落各植物种重要值的测定结果可知,该区落叶阔叶林的优势种(或共优种)明显。因此笔者根据在各海拔区内植物的分布情况以及群落各层的优势种(或共优种)(表 6)作为分类依据将研究对象分为 4 个群丛:海拔段 200~350 m 为火炬树+山杏—荆条+歧茎蒿—白羊草+野古草+中华隐子草+阿尔泰狗娃花+野

甘菊;海拔段 350~600 m 为臭椿+酸枣—荆条+胡枝子+雀梅藤—黄背草+马唐+地梢瓜+披碱草+野甘菊;海拔段 600~940 m 为:

- 1) 刺槐+酸枣—荆条+多花胡枝子—白羊草+细柄草+矛叶荩草+野甘菊。
- 2) 栓皮栎—荆条+胡枝子—披碱草+矛叶荩草+野甘菊。其中海拔段 350~600 m 出现的臭椿+酸枣—荆条+胡枝子+雀梅藤—黄背草+马唐+地梢瓜+披碱草+野甘菊群从频率最高。

表 6 不同海拔段植物的分布情况

海拔 高度/m	出现植物种类	各层优势种			
		乔木层	灌木层	草本层	藤本
200~450	火炬树、臭椿、山杏、蒙桑、黄连木、歧茎蒿、野古草、巨序剪股颖、中华隐子草、阿尔泰狗娃花	火炬树、臭椿、山杏	荆条、歧茎蒿	白羊草、狗尾草、野古草、巨序剪股颖、中华隐子草、阿尔泰狗娃花、野甘菊	野葛、茜草
450~940	槲栎、大花溲疏、红麸杨、黄耆、瓦松、黄背草、雀梅藤、合被菟、马唐、败酱、地梢瓜	刺槐、酸枣	荆条、多花胡枝子、胡枝子、雀梅藤	黄背草、合被菟、马唐、败酱、地梢瓜、披碱草	野葛、茜草
600~940	栓皮栎、刺槐、酸枣、构树、荆条、多花胡枝子、胡枝子、白羊草、狗尾草、细柄草、牻牛儿苗、矛叶荩草、野甘菊、披碱草、野葛、茜草	栓皮栎、刺槐、酸枣	荆条、多花胡枝子、胡枝子	白羊草、狗尾草、细柄草、矛叶荩草、野甘菊、披碱草	野葛、茜草

4 结论与讨论

- 1) 对河北邢汾高度公路边坡沿线植物群落样方调查分析发现,该区共有维管植物 21 科 41 属 48 种,主要以草本植物为主;植物种类主要集中在菊科、禾本科、豆科、漆树科中,其中禾本科植物种类最多。植物种类中出现频率较高的乔木类有刺槐、酸枣、臭椿、火炬树;灌木类有荆条、胡枝子;草本类有野甘菊、阿尔泰狗娃花、白羊草、矛叶荩草、狗牙根、细柄草、披碱草、野古草。
- 2) 对河北邢汾高速公路边坡沿线植物群落植物种重要值的分析发现:植物的分布受海拔高度的影响较大,在各海拔高度内优势种以及植物种类最适生长的海拔段存在差异,因此在进行高速公路边坡植被恢复时植物的选择与植物群落的配置应根据不同的海拔高度合理选择植物种类,达到事半功倍的效果,避免资源浪费。此外,综合植物种重要值、植物生态习性以及边坡立地环境等因素,最后筛选出适合公路边坡植被恢复的优势种共计 25 种,其中乔木类 6 种,灌木类 5 种,草本类 14 种。
- 3) 通过对邢汾高速公路边坡沿线植物群落各层重要值的分析发现,不同海拔内乔木层、灌木层、草本层重要值变化明显,其中草本层在各海拔内物种重要

- 值最高,这表明草本层在植物群落中占有绝对优势,能充当边坡植被恢复过程中先锋树种的角色。
- 4) 通过对河北邢汾高速公路边坡沿线植物群落科重要值的分析发现,各海拔内禾本科植物重要值最高,但其重要值随样点海拔的升高呈下降趋势。这可能是由于植被群落物种多样性升高以及土壤类型而造成的。
- 5) 通过对河北邢汾高速公路边坡沿线植物群落进行分析,将该区植物群落分为 4 个群丛。根据该区典型的 4 个群丛,为河北邢汾高速公路边坡植被恢复提供参考与借鉴。
- 参考文献:
- [1] 周德培,张俊云.植物护坡工程技术[M].北京:人民交通出版社,2003.

[2] 任海,彭少麟.恢复生态学导论[M].北京:科学出版社,2001.

[3] 刘东明,林才奎.高速公路边坡绿化理论与实践[M].武汉:华中科技大学出版社,2010.

[4] 陈红锋,张荣京,黎昌汉,等.广州科学城灌丛群落特征与景观改造[J].中山大学报,2005,6(4):225-260.

[5] 周泽福,张光灿,林富荣.太行山水源涵养林研究[M].北京:中国林业出版社,2006.
- (下转第 339 页)

参考文献:

- [1] 吴普特,汪有科,辛小桂,等. 陕北山地红枣集雨微灌技术集成与示范[J]. 干旱地区农业研究, 2008, 26(4): 1-6.
- [2] 马非,张亚红,谢应忠. 半干旱黄土高原丘陵区不同植被条件下土壤水分研究进展[J]. 农业科学研究, 2007, 28(1): 76-79.
- [3] 李永红,高照良. 黄土高原地区水土流失的特点, 危害及治理[J]. 生态经济, 2011(8): 148-153.
- [4] 王林和,董智. 毛乌素沙地天然臭柏群落新梢生长规律的研究[J]. 内蒙古林学院学报, 1998, 20(3): 15-21.
- [5] 樊军,郝明德,邵明安. 黄土旱塬农业生态系统土壤深层水分消耗与水分生态环境效应[J]. 农业工程学报, 2004, 20(1): 61-64.
- [6] 李玉山. 黄土区土壤水分循环特征及其对陆地水分循环的影响[J]. 生态学报, 1983, 3(2): 91-101.
- [7] Liang Z S, Yang J W, Shao H B, et al. Investigation on water consumption characteristics and water use efficiency of poplar under soil water deficits on the Loess Plateau [J]. Colloids and Surfaces B: Biointerfaces, 2006, 53(1): 23-28.
- [8] Fu B, Liu Y, Lü Y, et al. Assessing the soil erosion control service of ecosystems change in the Loess Plateau of China [J]. Ecological Complexity, 2011, 8(4): 284-293.
- [9] Chen L, Wang J, Wei W, et al. Effects of landscape restoration on soil water storage and water use in the Loess Plateau Region, China [J]. Forest Ecology and Management, 2010, 259(7): 1291-1298.
- [10] 杨文治,李壁成. 陕北黄土丘陵区水土保持科学试验问题[J]. 水土保持通报, 1982, 2(6): 封 2.
- [11] 陈洪松,邵明安,王克林. 黄土区深层土壤干燥化与土壤水分循环特征[J]. 生态学报, 2005, 25(10): 2491-2498.
- [12] 郭忠升,邵明安. 半干旱区人工林草地土壤旱化与土壤水分植被承载力[J]. 生态学报, 2003, 23(8): 1640-1647.
- [13] 杨文治. 关于黄土高原生态环境建设问题的探讨[J]. 水土保持通报, 1992, 12(1): 1-8.
- [14] 杨文治. 黄土高原环境的旱化与黄土中水分关系[J]. 中国科学: D 辑, 1998, 28(4): 357-365.
- [15] 杨文治,田均良. 黄土高原土壤干燥化问题探源[J]. 土壤学报, 2004, 41(1): 1-6.
- [16] 王志强,刘宝元,路炳军. 黄土高原半干旱区土壤深层水分恢复研究[J]. 生态学报, 2003, 23(9): 1944-1950.
- [17] 王晓凌,陈明灿,李凤民,等. 黄土高原土壤干层水分恢复与作物产量响应[J]. 水土保持研究, 2007, 14(3): 1-4.
- [18] 邓聚龙. 灰色系统基本方法[M]. 湖北: 华中工学院出版社, 1987.
- [19] 王学萌,穆月英,唐翼东. 灰色系统分析方法论初探[J]. 系统辩证学学报, 1995, 3(2): 85-89.
- [20] 夏军. EXCEL2000 在灰关联分析中的运用[J]. 中国卫生统计, 2004, 21(2): 117-118.
- [21] 郑郁,张霞,辛向文,等. 陕北地区不同纬度带人工刺槐林土壤水分特征研究[J]. 水土保持研究, 2013, 20(4): 8-12.
- [22] 张瑞,曹华,王云强,等. 黄土丘陵沟壑区小流域土壤水分空间变异性及其影响因素[J]. 水土保持研究, 2012, 19(5): 52-57.
- [23] 周萍,刘国彬,文安邦,等. 黄土丘陵区不同林龄乔灌林地土壤水分及持水性能研究[J]. 水土保持研究, 2010, 17(1): 188-193.

~~~~~

(上接第 333 页)

- [6] 龚琴,周劲松,刘东明,等. 乡土植物在广梧高速公路生态绿化中的应用[J]. 生态环境, 2007, 16(2): 486-491.
- [7] 王育松,上官铁梁. 关于重要值计算方法的若干问题[J]. 山西大学学报: 自然科学版, 2010, 33(2): 312-316.
- [8] 何汉杏,何秀春. 湖南舜皇山常绿阔叶林种类组成数量综合特征[J]. 中南林学院学报, 2004, 23(2): 23-26.
- [9] 宋明华,陈玉福,董鸣. 鄂尔多斯高原风蚀沙化梁地克隆植物的分布及其与物种多样性的关系[J]. 植物生态学报, 2002, 26(4): 396-402.
- [10] 刘国彬. 黄土高原草地植被恢复与土壤抗冲性形成过程[J]. 水土保持研究, 1997, 4(4): 110-128.
- [11] 付明胜,高登宽,马小哲,等. 山坡地林草植被配置模式的研究[J]. 水土保持研究, 1998, 5(4): 93-97.
- [12] 赵金辉,王奎玲,刘庆华,等. 黄背草种子萌发特性研究[J]. 西北农业学报, 2009, 18(3): 245-248.
- [13] 李延安,贾黎明,杨丽. 胡枝子应用价值及丰产栽培技术研究进展[J]. 河北林果研究, 2004(6): 185-192.
- [14] 杨吉华,张永涛,王贵霞,等. 栾树、黄连木、黄栌水分生理生态特性的研究[J]. 水土保持学报, 2002, 16(4): 152-154.
- [15] 张慧琴. 山杏、酸枣生态学特性研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2007.