

广州白云山风景区园林边坡地被植物调查评价

Investigation and Evaluation of Landscape Slope Ground Cover Plants in Baiyun Mountain Scenic Area, Guangzhou

谢伟文 马绵英 谭广文*
XIE Wei-wen, MA Mian-ying, TAN Guang-wen*

摘要: 植物作为预防水土流失的首要手段,在园林边坡的应用中发挥着重要作用。对白云山风景区的33个园林边坡的地被植物进行调查评价,运用层次分析法,构建以生态性、适应性及观赏价值3个准则层及10个指标因子的评价模型,对边坡地被植物进行筛选评价。结果表明,应用频率较高的18种边坡地被植物可分为3个等级,其中I级有3种,II级有11种,III级有4种,鹅掌藤 *Heptapleurum arboricola*、红花檵木 *Loropetalum chinense* var. *rubrum*、假连翘 *Duranta erecta* 等是边坡植物材料的优良选择。最后提出优先考虑植物的护坡能力,提高乡土植物比例,丰富植物层次等坡地植物配置建议。

关键词: 边坡; 地被植物; 层次分析法; 广州白云山风景区

中图分类号: S688

文献标志码: A

文章编号: 1671-2641 (2023) 02-0093-05

收稿日期: 2022-09-19

修回日期: 2022-11-22

Abstract: As the primary means of preventing soil erosion, plants play an important role in the application of garden slopes. In this paper, the ground cover plants of 33 garden slopes in Baiyun Mountain Scenic Area are investigated and evaluated. Using the analytic hierarchy process (AHP), an evaluation model based on 3 criteria layer factors of ecological, adaptability and ornamental value and 10 index factors is constructed to screen and evaluate the ground cover plants on the slopes. The results show that 18 kinds of slope ground cover plants with high application frequency can be divided into 3 grades, including 3 species of Grade I, 11 species of Grade II, and 4 species of Grade III. *Heptapleurum arboricola*, *Loropetalum chinense* var. *rubrum*, and *Duranta erecta* are good choices for slope plant materials. Finally, it is suggested to prioritize the slope protection ability of plants, increase the proportion of local plants, enrich the plant hierarchy in slope plant configuration and so on.

Key words: Slope; Ground cover plant; Analytic hierarchy process; Guangzhou Baiyun Mountain Scenic Area

人类在发展过程中对自然资源的大量开发利用,造成了物质财富,也带来了水土流失、土地退化、气候变化等全球性的生态问题^[1]。而造成水土流失的重要因素为土壤类型及地形条件,如高原、丘陵类地形地貌会加剧水土流失的形成。华南地区属于丘陵地形,地势起伏大、雨量多且集中独特的自然条件,使水土流失成为该地区最主要的土地退化形式,亟需有效的预防和修复手段。

植物防护是水土流失的首要防治手段,完整的植被覆盖层可防止土壤被侵蚀。植物不仅可以利用其枝叶减弱雨水冲击力的影响,而且其根系在降雨条件下对边坡表层土体位移有明显抑制作用,还能减少后期人工管理成本^[2-5]。同时,有关研究也表明植物的缺失会破坏边坡的稳定性^[6]。通过对相关数据库的研究,发现边坡修复的相关研究在近几年快速增加,但目前有关华南地区边坡的修复研究较为薄弱,主要围绕边坡植物的选择以及边坡修复中所存在的问题展开^[7-8]。在目前研究成果尚不能很好支撑华南地区对边坡生态修复应用需求的情况下,更多相关研究有待持续开展。

白云山风景区作为华南地区典型的山地园林,景区内部边坡多为单一植物种植,不同植物间表现出生态性、适应性和观赏性的差异。本文通过对白云山风景区护坡地被植物进行调查研究,以层次分析法筛选出生态性、适应性及观赏性较高的园林护坡植物,以期为华南地区园林边坡的植被修复提供参考。

1 评价对象

白云山风景区地处广州市中心,为南粤名山,总面积2 180 hm²,由麓湖游览区、三台岭游览区、鸣春谷游览区、摩星岭游览区等7个游览区构成。白云山为丘陵地貌,属于亚热带海洋性季风气候,地带性土壤为赤红壤,呈强酸性,保肥力较差^[9]。

边坡样地从白云山风景名胜区内的重要单位麓湖公园、云溪生态公园、云台花园、桃花涧、广州雕塑公园等区域内随机选取(图1)。本次共选取33个边坡,坡度20°~50°,坡面高程2~5 m,土壤质地均为壤土,每个

样地的光照程度受郁闭度与坡向的影响而有所不同。由于边坡内乔木与点植灌木数量较少,本次调查以片植地被植物为主,且均在边坡环境生长较长时间并达到相对稳定状态。

2 评价方法

记录每个边坡的坡向、坡度、林下郁闭度,和护坡植物种类及其覆盖度、生长状况等数据,采用层次分析法,结合文献查阅法、现场调研法,进行地被植物的模糊综合评价。

2.1 评价模型构建

基于园林边坡复杂的生态环境,考虑地被植物对边坡环境的适应性、管理养护要求等,同时从人们对美的追求的角度出发,兼顾植物的观赏价值,构建边坡地被植物评价模型,将生态性、适应性及观赏价值3个因子设为准则层。指标层则根据准则层共筛选出管理养护要求等10个指标因素(表1)。

2.2 指标评价标准及指标权重确定

结合专家意见,采用Yaahp12.4分析软件,以1-9标度法构建判断矩阵,且CR值<0.1,判断矩阵具有良好的—致性。利用加权法获得C层各指标对A层的权重(表2),其中固土

能力(C₂)、耐瘠薄能力(C₆)和抗旱能力(C₅)为选择护坡植物的首要考虑因子。按照观测到的现场数据和实验结果,结合专家咨询以及查阅相关文献^[10-12],制定指标评价标准(表1)。其中,关于植物固土能力的评分,笔者选取了景区应用频度最大的10种植物的根土混合体进行抗剪试验、抗冲实验和抗蚀实验,掌握植物根系形态与其固土能力规律

后,通过《广东植物志》^[13]了解其他植物根系形态做出固土能力评分。而抗旱能力和抗瘠薄能力则是按照植物生理特征和现场生长状况,从形态上判别植物的抗性能力从而进行打分。先对植物的各指标因子进行评分,再通过对应指标因子权重,利用公式 $S = \sum_{i=1}^n C_i * W_i$ 计算出地被植物的综合评价得分。

表1 边坡地被植物评价模型及评分标准

目标层 A	准则层 B	指标层 C	评分标准	得分范围	
园林边坡地被植物评价 A	管理养护要求 C ₁		粗放式管理,水肥要求低	7~9	
			一般化管理,水肥要求常规	4~6	
			精细化管理养护,水肥要求严格	1~3	
	生态性 B ₁	固土能力 C ₂		根系抗冲、抗剪等力学效应强	7~9
				根系抗冲、抗剪等力学效应中等	4~6
				根系抗冲、抗剪等力学效应差	1~3
	土壤覆盖度 C ₃		叶片密集,覆盖面广	7~9	
			叶片较密,覆盖面一般	4~6	
			叶片稀疏,覆盖面极少	1~3	
	抗病虫害能力 C ₄		植株健壮,未见病虫害	7~9	
		植株出现病害,但整体健壮	4~6		
		容生病虫害,植株较弱	1~3		
适应性 B ₂	抗旱能力 C ₅		干旱条件下植物生长繁茂	7~9	
			干旱条件植株生长不良	4~6	
			干旱条件下植物衰弱或死亡	1~3	
耐瘠薄能力 C ₆		瘠薄环境下植物生长繁茂	7~9		
		瘠薄环境植株生长不良	4~6		
		瘠薄环境下植物死亡	1~3		
花观赏性 C ₇		花形饱满,色彩艳丽	7~9		
		花小,色彩艳丽	4~6		
		花小,色彩暗淡	1~3		
叶观赏性 C ₈		生长期内叶片呈现异色或叶形奇特	7~9		
		生长期内有1到2个季节呈现异色	4~6		
		生长期呈现绿色	1~3		
观赏价值 B ₃	观赏天数 C ₉		观赏期长于6个月甚至四季可观	7~9	
			观赏期3~6个月	4~6	
外观均匀度 C ₁₀			观赏期短于3个月	1~3	
			植株生长均匀,株体饱满匀称	7~9	
			植株生长均匀,株体出现偏冠	4~6	
			植株长势弱,整体外观不佳	1~3	



图1 调查地点示意图

3 结果与分析

3.1 物种组成与使用频度

基于APG IV系统,白云山风景区园林边坡所应用的地被植物共57种,隶属39科54属,草本植物种数占物种总数的52.63%,灌木占比40.35%,藤本仅占7.02%。以天门冬科、木樨科及天南星科植物占比较大,均为7%;其次为姜科,占5%。翠芦莉、五彩芋、银边山菅、紫背竹芋、南美蟛蜞菊等28种植物为外来植物,占物种总数的49%,草本植物和灌木外来程度较高(图2)。

边坡植物中出现频数不少于3的植物有18种(表3),其中红背桂、肾蕨及翠芦莉排名前3,应用频度大

表2 边坡地被植物评价指标权重

目标层 A	准则层 B		指标层 C		
	准则	总权重	指标	权重 W_i	权重总排序
园林边坡地被植物评价 A	生态性 B ₁	0.496 7	管理养护要求 C ₁	0.066 3	7
			固土能力 C ₂	0.325 4	1
			土壤覆盖度 C ₃	0.105 0	4
	适应性 B ₂	0.396 7	抗病虫害能力 C ₄	0.067 4	6
			抗旱能力 C ₅	0.153 6	3
			耐瘠薄能力 C ₆	0.175 7	2
	观赏价值 B ₃	0.106 6	花观赏性 C ₇	0.024 6	9
			叶观赏性 C ₈	0.011 1	10
			观赏天数 C ₉	0.070 9	5
			外观均匀度 C ₁₀	0.054 6	8

表3 应用频数不少于3的地被植物

序号	植物学名	科名	属名	生活型	产地	应用频度
1	红背桂 <i>Excoecaria cochinchinensis</i>	大戟科	海漆属	灌木	乡土	0.393 9
2	肾蕨 <i>Nephrolepis cordifolia</i>	肾蕨科	肾蕨属	草本	乡土	0.363 6
3	翠芦莉 <i>Ruellia simplex</i>	爵床科	芦莉草属	草本	外来	0.242 4
4	冷水花 <i>Pilea notata</i>	荨麻科	冷水花属	草本	乡土	0.181 8
5	五彩芋 <i>Caladium bicolor</i>	天南星科	五彩芋属	草本	外来	0.181 8
6	鹅掌藤 <i>Heptapleurum arboricola</i>	五加科	鹅掌柴属	灌木	乡土	0.151 5
7	锦绣杜鹃 <i>Rhododendron × pulchrum</i>	杜鹃花科	杜鹃花属	灌木	乡土	0.151 5
8	银边山菅 <i>Dianella ensifolia</i> 'Marginata'	阿福花科	山菅兰属	草本	外来	0.121 2
9	鸢尾 <i>Iris tectorum</i>	鸢尾科	鸢尾属	草本	乡土	0.121 2
10	紫背竹芋 <i>Stromanthe sanguinea</i>	竹芋科	紫背竹芋属	草本	外来	0.121 2
11	萱草 <i>Hemerocallis fulva</i>	阿福花科	萱草属	草本	乡土	0.121 2
12	南美蟛蜞菊 <i>Sphagneticola trilobata</i>	菊科	蟛蜞菊属	草本	外来	0.121 2
13	红花檵木 <i>Loropetalum chinense</i> var. <i>rubrum</i>	金缕梅科	檵木属	灌木	外来	0.090 9
14	'银边'球茎燕麦草 <i>Arrhenatherum elatius</i> var. <i>bulbosum</i> 'variegatum'	禾本科	燕麦草属	草本	外来	0.090 9
15	假连翘 <i>Duranta erecta</i>	马鞭草科	假连翘属	灌木	外来	0.090 9
16	水鬼蕉 <i>Hymenocallis littoralis</i>	石蒜科	水鬼蕉属	草本	外来	0.090 9
17	海芋 <i>Alocasia odora</i>	天南星科	海芋属	草本	乡土	0.090 9
18	朱蕉 <i>Cordyline fruticosa</i>	天门冬科	朱蕉属	草本	外来	0.090 9

于0.2;冷水花、五彩芋、鹅掌藤、锦绣杜鹃、银边山菅、鸢尾、紫背竹芋、萱草、南美蟛蜞菊9种植物的应用频度在0.1~0.2;其余6种植物的应用频度低于0.1。在这18种植物中,草本植物占61.11%,灌木占38.89%,说明在整体边坡地被植物的使用中以草本植物应用频度更高。

3.2 评价结果

考虑到调研区域内的部分植物应用频率过少,为提高结果分析的的科学性与准确性,以出现频数不少于3的18种地被植物为主要评价对象。计算得到18种地被植物的综合得分,依据得分将地被植物分为3个等级,其中7.0分以上为I级,4.0~7.0分为II级,4.0分以下为III级(表4)。鹅掌藤、红花檵木和假连翘属于I级,在抗旱、耐瘠薄及固土能力上均表现优良,在实际应用中观赏性远胜于其他等级植物,且三者的养护要求低,不需要精细化管理,是节约型园林植物材料的优良选择。处于II级的11种植物也具有一定的优点,如南美蟛蜞菊的固土能力甚至优于红花檵木和鹅掌藤,鸢尾的抗旱能力在18种植物中最佳。这些植物的综合评价略低于

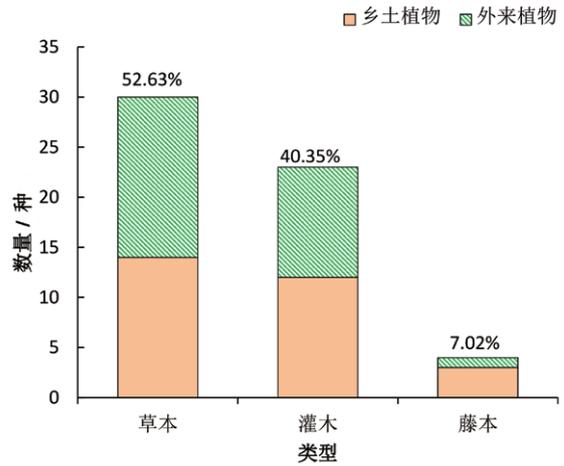


图2 边坡植物类型数量统计

表4 18种边坡地被植物指标得分与综合评分情况

排序	植物学名	指标得分										综合得分	等级
		管理养护要求	固土能力	土壤覆盖度	抗病虫害能力	抗旱能力	耐瘠薄能力	花观赏性	叶观赏性	观赏天数	外观均匀度		
1	鹅掌藤	0.530 4	2.603 2	0.525 0	0.471 8	1.382 4	1.581 3	0.073 8	0.077 7	0.638 1	0.436 8	8.320 5	I
2	红花檵木	0.530 4	2.928 6	0.945 0	0.471 8	0.614 4	0.878 5	0.147 6	0.088 8	0.638 1	0.491 4	7.734 6	
3	假连翘	0.530 4	2.928 6	0.210 0	0.404 4	0.768 0	1.054 2	0.172 2	0.055 5	0.496 3	0.491 4	7.111 0	
4	南美蟛蜞菊	0.397 8	2.928 6	0.840 0	0.404 4	0.460 8	1.054 2	0.098 4	0.033 3	0.212 7	0.382 2	6.812 4	II
5	水鬼蕉	0.198 9	2.928 6	0.315 0	0.134 8	1.075 2	1.229 9	0.147 6	0.044 4	0.283 6	0.327 6	6.685 6	
6	肾蕨	0.464 1	2.277 8	0.630 0	0.606 6	0.768 0	0.878 5	0.024 6	0.099 9	0.496 3	0.436 8	6.682 6	
7	银边山菅	0.331 5	1.627 0	0.735 0	0.337 0	1.228 8	1.405 6	0.073 8	0.066 6	0.354 5	0.436 8	6.596 6	
8	红背桂	0.530 4	0.976 2	0.630 0	0.606 6	0.921 6	1.054 2	0.049 2	0.099 9	0.638 1	0.436 8	5.943 0	
9	翠芦莉	0.397 8	1.301 6	0.525 0	0.404 4	0.921 6	1.054 2	0.196 8	0.044 4	0.425 4	0.382 2	5.653 4	
10	‘银边’球茎燕麦草	0.331 5	2.603 2	0.525 0	0.337 0	0.460 8	0.351 4	0.073 8	0.066 6	0.212 7	0.382 2	5.344 2	
11	锦绣杜鹃	0.464 1	1.627 0	0.210 0	0.337 0	0.768 0	0.702 8	0.196 8	0.044 4	0.496 3	0.327 6	5.174 0	
12	萱草	0.265 2	1.952 4	0.315 0	0.202 2	0.614 4	0.702 8	0.221 4	0.044 4	0.212 7	0.327 6	4.858 1	
13	鸢尾	0.265 2	0.650 8	0.420 0	0.134 8	1.382 4	1.054 2	0.172 2	0.044 4	0.283 6	0.382 2	4.789 8	
14	朱蕉	0.397 8	1.952 4	0.735 0	0.202 2	0.307 2	0.351 4	0.049 2	0.077 7	0.283 6	0.382 2	4.738 7	
15	紫背竹芋	0.132 6	1.627 0	0.420 0	0.134 8	0.307 2	0.175 7	0.049 2	0.088 8	0.212 7	0.327 6	3.475 6	III
16	五彩芋	0.198 9	1.301 6	0.735 0	0.067 4	0.153 6	0.175 7	0.049 2	0.099 9	0.212 7	0.273 0	3.267 0	
17	海芋	0.198 9	1.301 6	0.420 0	0.202 2	0.307 2	0.175 7	0.049 2	0.022 2	0.141 8	0.436 8	3.255 6	
18	冷水花	0.132 6	0.650 8	0.945 0	0.202 2	0.307 2	0.175 7	0.098 4	0.088 8	0.212 7	0.382 2	3.195 6	

I级中的植物,可能是由于部分植物如翠芦莉等叶片呈条状,在使用中容易出现露土的情况,在种植密度较低的情况下,不宜使用其进行边坡美化;而部分植物如水鬼蕉在强光照下易出现晒斑,影响整体的观赏效果。在边坡的修复中可根据具体情况,综合各方面需求,合理选用II级植物。而紫背竹芋、五彩芋等4种植物的综合得分仅位于III级,这些植物具有优美的观赏习性,基本为彩叶植物,但相对于其他植物,对生长环境及管理水平的要求更高,因此在配置中需要因地制宜,择优选择。

4 结论与建议

在本次白云山风景区园林边坡地被植物调查中,应用频度较高的18种地被植物外来化程度较高,以草本为主。笔者运用层次分析法建构边坡地被植物综合评价模型,在10个指标因子中,固土、抗旱、耐瘠薄能力等指标的权重较高,模型符合边坡修复对植物的要求。从评价结果来看,18种植物可划分为3个等级,其中I级植物不仅表现出优异的生态性与适应性,而且具有较高的观赏价值;II级植物在生态性与适应性上稍弱于I级,将其与I级植物组合配置于边坡中,能够发挥更好的固土效果;III级植物在实际应用中应与其他植物合理搭配,择优应用。然而,部分应用频度较高的地被植物如红背桂、翠芦莉、冷水花等在综合评价中却排名靠后,主要原因为这类植物虽然具备较好的适应性和观赏价值,但在护坡的生态功能上有所缺失。固土能力应该成为选择护坡植物的首要条件。

白云山风景区边坡地被植物的种类及配置方式较为单一,在景观美学上缺乏艺术性的配置。部分植物在边坡的应用位置未考虑其喜光程度,导致植物生长受到抑制,护坡功能减弱,进而导致后期的管理养护投入加大,不利于节约经济成本。

针对以上结论与问题,笔者提出以下建议:

1) 正确认识护坡植物的选择原则。生态性是植物立足于边坡首要考虑的原则,特别是其固土能力,在很大程度上决定护坡的效果,其次考虑植物的适应能力,最后考虑植物的景观修饰性。

2) 适当提高乡土植物比例,利用其天然适应性提高边坡的稳定性。白云山风景区可选择如假连翘、锦绣杜鹃、假蒟 *Piper sarmentosum* 等乡土地被植物进行边坡修复。

3) 丰富边坡植物的层次结构。大部分灌木相对于草本植物根系更深,其通过将根系深入来锚定土壤,从而达到稳定边坡的作用。草本植物虽根系相对更浅,但其含根量大而土壤粘聚力更大,可形成“筋网”加强土体结构^[14]。灌木与草本植物相结合,能使植物的固土能力有效加强。植被厚度越大,边坡整体巩固作用就会越明

显^[15]。因此,在边坡植物的配置中,应重视多层次植物的组合搭配。

4) 开发应用新优植物。目前园林边坡植物应用种类较少,景观效果较单一,应合理开发应用新优植物品种,提高物种丰富度以及观赏效果,例如调查中发现但应用频度较小的首冠藤 *Cheniella corymbosa*、嘉氏羊蹄甲 *Bauhinia galpinii* 等。

5) 在边坡修复过程中应综合考虑整体的观赏效果,以生态修复为前提进行植物的艺术性配置。

注:图片均为作者自绘

参考文献:

- [1]王军,应凌霄,钟莉娜.新时代国土整治与生态修复转型思考[J].自然资源学报,2020,35(1):26-36.
- [2]蔡宗根.植被固土防治水土流失作用机制研究[J].黑龙江水利科技,2019,47(9):143-145.
- [3]嵇晓雷,杨平.不同降雨强度下植被护坡对边坡位移的影响[J].林业工程学报,2020,5(5):152-156.
- [4]梁冠威,谢伟文,谭广文,等.广州白云山风景区近自然边坡植物群落景观特征分析[J].热带农业科学,2022,42(3):111-115.
- [5]王小君.从生态防护角度探讨公路边坡类型及其综合防护对策[J].中国园林,2010,26(12):97-100.
- [6]杨家庆,鲁明星,吴冠辰,等.矿山边坡植被修复研究现状及发展趋势分析[J].矿山测量,2022,50(1):83-87.
- [7]谢腾芳,李子华,谭广文,等.广州地区边坡绿化现状及植物应用[J].现代园艺,2021,44(22):117-119.
- [8]袁银,廖浩斌,刘永金,等.深圳市生态修复裸露边坡的植物群落特征研究[J].广东林业科技,2013,29(3):60-65.
- [9]曾曜才,苏志尧,古炎坤,等.广州白云山风景名胜区内主要林分类型凋落物的研究[J].应用生态学报,2003(1):154-156.
- [10]钱璐璐,翁殊斐.广州市6个公园地被植物应用现状调查——对耐旱型地被的选择与思考[J].广东园林,2011,33(2):64-67.
- [11]孙林,郑卫国,官彦章,等.华南地区22种园林植物耐旱性分级筛选[J].亚热带植物科学,2021,50(3):189-196.
- [12]李银,刘锐敏,曾凤,等.6种园林草本植物的抗旱光合特性[J].热带农业科学,2019,39(7):12-17.
- [13]中国科学院华南植物园.广东植物志[M].广州:广东科技出版社,2009.
- [14]李云鹏.北京典型植物根系固土机理及含植被坡体稳定分析研究[D].北京:北京林业大学,2017.
- [15]周辉.生态护坡保水和抗冲刷能力分析[J].交通标准化,2014,42(7):63-65.

作者简介:

谢伟文/1996年生/男/广东茂名/硕士研究生/仲恺农业工程学院、广州普邦园林股份有限公司(广州510000)/专业方向为风景园林(植物应用)

马锦英/1994年生/女/广东汕头/硕士研究生/仲恺农业工程学院、广州普邦园林股份有限公司(广州510000)/专业方向为风景园林

(*通信作者)谭广文/1959年生/男/广东广州人/硕士研究生/广州普邦园林股份有限公司(广州510000)/研究方向为公园管理、规划设计、园林植物/E-mail:1002871592@qq.com