

DOI: 10.5846/stxb201905150991

闫明, 刘曼舒, 杨怀, 付觉民, 田国行. 谷地植物景观保育性调控策略——以鸡公山武胜关为例. 生态学报, 2020, 40(20): 7362-7376.

Yan M, Liu M S, Yang H, Fu J M, Tian G H. Conservation regulation strategy of plant landscape in valley: Jigongshan Wushengguan valley as an example. Acta Ecologica Sinica, 2020, 40(20): 7362-7376.

谷地植物景观保育性调控策略 ——以鸡公山武胜关为例

闫 明^{1,2,3}, 刘曼舒¹, 杨 怀⁴, 付觉民⁴, 田国行^{1,*}

1 河南农业大学林学院, 郑州 450002

2 中国科学院生态环境研究中心, 北京 100085

3 中国科学院大学, 北京 100049

4 河南鸡公山国家级自然保护区管理局, 信阳 464133

摘要: 武胜关谷地位于古北界和东洋界交汇处, 独特的过渡地带造就了丰富植物资源, 植物景观保育性调控有助于维持场地稳定可持续发展。基于对无人机技术和 GIS 的运用, 获取了武胜关谷地的自然资源、地貌、水文、视域等特征, 以及生态敏感性(保育等级)和植物生态位类型分布。结果显示: (1) 研究地整体地势由西北向东南逐渐升高, 且为典型的谷地类型; (2) 多样的坡向变化带来了不同的太阳辐射和沿路可视域变化, 主要呈现出研究地中段道路两侧太阳辐射量偏低且被人为干扰可能较大的特点; (3) 高敏感地区主要分布在研究地南侧, 高土壤肥力地区主要分布在阔叶林区、喜水植物适合分布在道路两侧汇水区、阴性植物主要适合分布在道路南侧。依据分析结果, 结合生态位、景观异质性、边缘效应等理论, 从分区控制、地带防护、植被斑块改造与植被选择以及可持续管护 4 个方面, 提出了武胜关谷地植物景观保育性调控的系统性策略。研究在自然景观资源保护、植物景观资源的可持续发展等方面有着重要的意义, 未来可在小尺度的可操作性上进行更进一步的探索。

关键词: 鸡公山武胜关; 谷地; 植物景观; 保护培育; GIS 适宜性分析

Conservation regulation strategy of plant landscape in valley: Jigongshan Wushengguan valley as an example

YAN Ming^{1,2,3}, LIU Manshu¹, YANG Huai⁴, FU Juemin⁴, TIAN Guohang^{1,*}

1 College of Forestry, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China

2 Research Center for Eco-Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085, China

3 University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China

4 Jigongshan National Nature Reserve Authority, Xinyang 464133, China

Abstract: Wushengguan Valley is located at the intersection of the Palaearctic Realm and Oriental Realm, its unique transition zone has formed abundant plant resources, and the plant landscape conservation regulation contributes to keeping the site stable. Based on the unmanned aerial vehicle technology and application of GIS, we obtained the natural resources, landform, hydrology, field of vision and other characteristics of Wushengguan Valley, as well as ecological sensitivity (conservation level) and plant niche type distribution. The results show that: (1) The overall topography of the site gradually increases from northwest to southeast, and it is a typical valley type; (2) Various slope position changes bring different changes in solar radiation and the visual field along the road, mainly showing that the amount of solar radiation on both sides of the road in the middle of the study area is low and the interference may be large; (3) Highly sensitive regions

基金项目: 河南省城乡绿地资源调控与景观生态设计学科创新引智基地(GXJD006)

收稿日期: 2019-05-15; 修订日期: 2020-08-18

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: tgh@henau.edu.cn

are mainly distributed on the south side of the research area road, areas with high soil fertility are mainly distributed in broad-leaved forest areas, hydrophilous plants are suitable for distribution on the two sides of the site road, and the sciophytes are mainly mostly ideal for distribution on the south side of the road. According to the analysis results, combined with the theories of niche, landscape heterogeneity, and edge effects, from the four aspects of split range control, zone protection, vegetation patch transformation and vegetation selection, and sustainable management and conservation, we propose a systematic strategy for plant landscape conservation regulation in Wushengguan Valley. The research has important significance in the protection of natural landscape resources and the sustainable development of plant landscape resources. In the future, further explorations can be made on the small-scale operability.

Key Words: Jigongshan Wushengguan; valley; conservation and cultivation; plant landscape; GIS suitability analysis

由于自然保护区具有对动植物保护的的特殊性,在区内进行保护、培育工作有着重要的现实意义^[1]。自然谷地由于地形、土壤、水文、太阳辐射量的多样变化,呈现了多样化的生境类型,为植物资源的保育提供了先天优势。早在奥姆斯特德时期,景观规划师已经开始基于对场地条件的了解分析做出适宜的规划,以达到对原始植物资源的保护和利用的目的^[2]。从黄石国家公园建立的带有国家意志自然保护区开始,各地开展了包括自然保护区边界划定、生态植物园建设、生物多样性保护等一系列植物资源保护培育工作,如签署《生物多样性公约》、英国邱园对植物资源的收集和保护的^[3]以及中国江洋畈生态公园的建设^[4]等,都在推动着植物景观保育的历史进程。一般来讲,保护培育规划包括查清保育资源、确定保护对象级别和保育范围、制定保育措施并建立保育体系三点内容^[5]。多位学者在植物景观保育上运用不同方法做了相关尝试,取得了一定的成果,如潜在植被模式分析和植物景观关联分析法^[6],山脊法和等高线法、等距控制法、景点控制法、视阈控制法和生态适宜度分区法^[7],小班调查与 RS、GIS 技术结合法^[8],就保护区的植物景观敏感度进行了探究,建立了具有可操作性的保护培育专项规划方法。运用视觉景观分析、场地的三维模拟分析、水土保持分析等多种适宜性分析方法,对白鹿原^[9]、秦皇岛北戴河风景名胜区的^[10]、广东大雾岭自然保护区^[11]、朝阳市凤凰山^[12]进行了保护培育规划方面的实践研究。可以看到,景观敏感度、用地适宜性与其保护的必要性之间具有密切联系^[13],目前可以从生态系统及环境质量等方面来进行生态资源的评价^[14],以建立合适的保育措施和方法。基于以上研究基础,本文以鸡公山武胜关山谷为例,详细探讨了以叠加分析为主体的谷地植物景观调控的系统方法,将在谷地植物景观保育调控中具有独特的生态学意义。

1 研究地概况

1.1 研究范围与现状

武胜关是中国历史上九大名关之一^[15],位于河南省南部,信阳与随州的交界地带,紧邻鸡公山自然保护区。得天独厚的地理条件为这里提供了丰富的动植物资源,使其成为了植物资源保育的天然场所(图 1)。

研究地位于武胜关谷地内,范围从武胜关保护站起至山谷东南方向的长田畈为止,约 112.9 hm² 的狭长山谷地带(图 2)。沿路共有 6 块裸地作为植物自然保育中的空白地块,具有的较高的可塑性,为本次植物景观调控重点关注地块。

研究地由一条由西北向东南地势逐渐升高的缓坡道路组成,沿路呈现出针叶林、阔叶林、针阔混交林等不同的植被群落类型(图 3)。为了协调 6 个主要调控地块与整体研究地的可持续健康发展,逐步恢复调控地块裸露带来的景观空缺,建立合理的景观生态运行机制。本研究以整个山谷作为一个完整的生态系统来看待,对山谷进行了详细分析,提出了系统的植物景观调控策略。

1.2 自然保育资源

1.2.1 气候条件

武胜关谷地属于过渡性气候,兼有亚热带和暖温带气候的特点和优势,热量有效性好。冬季盛行西北风,

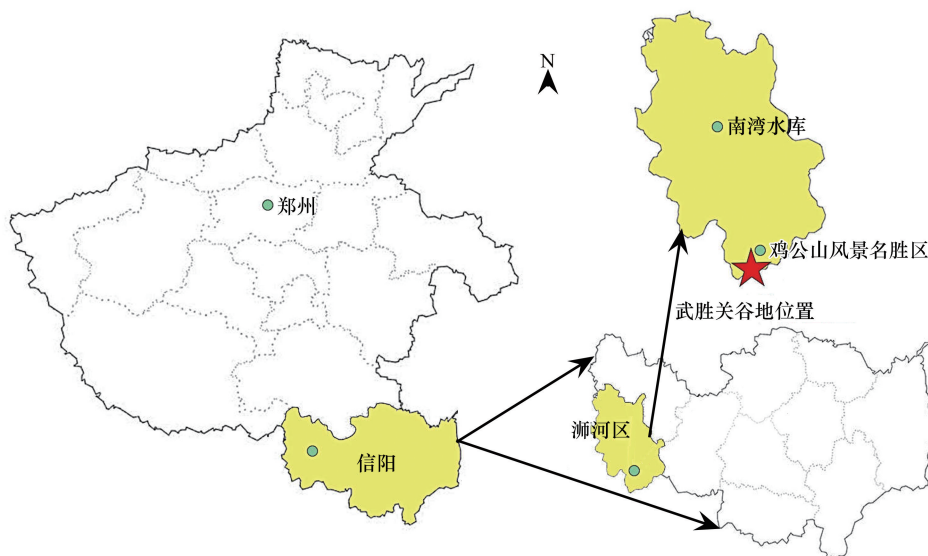


图1 研究地位置

Fig.1 Research location

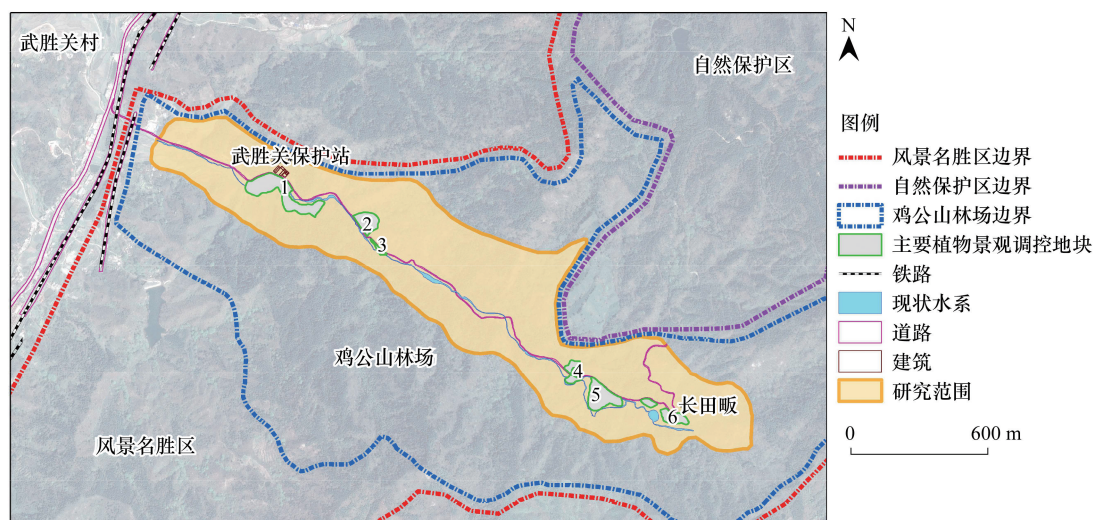


图2 研究区域范围

Fig.2 Research range

夏季盛行东南风。

1.2.2 植物资源

由于武胜关所处的过渡带气候, 亚热带与北暖温带植物均可在此生长, 极大的提高了研究地的植物种类的丰富度^[16]。国家重点保护植物有香果树 (*Emmenopterys henryi*)、青檀 (*Pteroceltis tatarinowii*) 等。武胜关内松类、杉类植物种植较多, 包括柳杉 (*Cryptomeria japonica*)、落羽杉 (*Taxodium distichum*)、马尾松 (*Pinus massoniana*) 等, 其他主要植物有石蒜 (*Lycoris radiata*)、阔叶麦冬 (*Liriope muscari*)。

1.2.3 动物资源

武胜关常见的哺乳动物有花面狸 (*Paguma larvata*) ; 常见的鸟类有灰喜鹊 (*Cyanopica cyana*)、太平鸟 (*Bombicilla garrulus*)、苍鹰 (*Accipiter gentilis*) ; 常见两栖动物有大鲵 (*Andrias davidianus*) ; 常见蝶类有中华虎



图 3 研究地肌理与现状

Fig.3 Site texture and environment

凤蝶 (*Luehdorfia chinensis*)。

2 研究地分析方法与结果

2.1 因子获取来源

植物景观保育性调控采用适宜性分析方法,核心内容为叠加分析,包括单因子分析和多因子叠加分析^[17]。研究地因子涵盖地貌特征、太阳辐射量等,因子的获取方法基于表 1。其中研究地遥感影像于 2018 年 4 月利用大疆无人机获取,基于 Agisoft PhotoScan 和 EasyUAV 智能快拼进行影像处理和合成。高程、坡度、坡向、太阳辐射、视域主要利用 ArcGIS 10.2 进行分析提取。

表 1 研究地部分因子获取来源^[17]

Table 1 Site part factor acquisition source table

因子 Factor	因子获取来源 Source
高程 Elevation	EasyUAV 结合无人机影像、ArcGIS 分析、Global Mapper
坡度 Gradient	无人机影像结合 ArcGIS 分析、RhinoCeros、Grasshopper
坡向 Slope	无人机影像结合 ArcGIS 分析、RhinoCeros、Grasshopper
山体阴影 Mountain shadow	无人机影像结合 ArcGIS 分析
太阳辐射 Solar radiation	无人机影像结合 ArcGIS 分析
植物资源 Plant resources	无人机影像结合实地调研
动物资源 Animal resources	结合相关文献资料
水文信息 Hydrological information	ArcGIS 分析、实地调研、国家数字地质资料馆 1:1200 万地下水数据
视域 Field of vision	ArcGIS 分析结合 LSV 软件分析
土壤数据 Soil data	实地调研、相关论文、中国土壤数据库
气象数据 Meteorological data	国家气象信息中心数据服务、气象数据综合展示
三维地形因子 3D terrain factor	ArcSence、Global Mapper
区位肌理 Regional texture	OpenStreetMap、Global Mapper、CAD
人文资源 Human resources	现场调查、当地部门相关资料、鸡公山志、年鉴

2.2 单因子分析

叠加分析以地貌特征、植被与土壤类型、太阳辐射、水文和视域五个方面的单因子分析为基础。依据山地

垂直效应,以每 100 m 设置为一个梯度,共分为五个高程梯度;结合研究地现状将坡度划分为五个等级:0°—5°、5°—10°、10°—15°、15°—25°、25°—45°^[10,13,18-20];参考相关文献^[13,18,21],将研究地分为东坡、西坡、南坡、北坡、东南坡、东北坡、西北坡、西南坡 8 个坡位,通过 ArcScene 呈现研究地整体三维特征(图 4)。

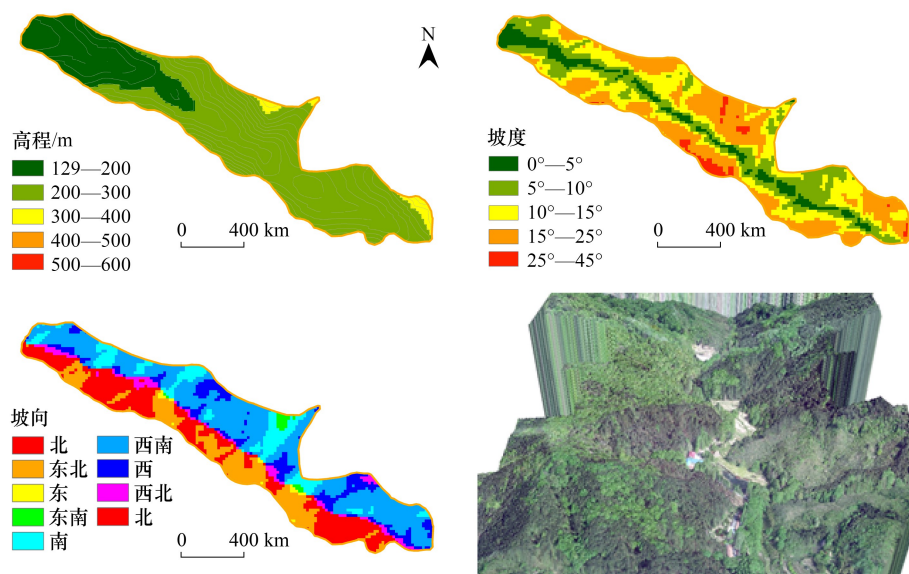


图 4 地貌特征分析

Fig.4 Geomorphological analysis

基于无人机影像的目视解译结果,研究地分为针叶林、阔叶林、针阔混交林、农田和茶场五类,其中将农田列为一种特殊的植被类型。此前研究显示,鸡公山针阔混交林中较高的土壤紧实度更有利于抵抗径流对地表的冲刷,且不同林分森林土壤的有机质平均含量显示出落叶阔叶林、针阔混交林、针叶林、裸露地不断减少的变化规律^[22],将此规律作为研究地土壤类型和等级的判断依据。

太阳的辐射分析中,测算了该区域 8:00 到 18:00 的太阳辐射量(单位:W/m²),橙色区域为辐射量较高的区域,蓝色区域为辐射量较低的区域。盆域和水文分析显示,研究地水流方向自东南向西北,最终流向马家河。采用沿路视域得到研究区内视觉敏感性变化,红色表示该区域被人为注意到的可能性越大,被人为干扰的可能性大(图 5)。

2.3 多因子叠加分析

2.3.1 生态敏感性分析

依据单因子分析结果,选取了高程、坡度、坡向、植被类型、视域、水系 6 个在生态敏感性上起主导作用的因子作为评价因子^[17]。以影响谷地生态敏感性的程度作为等级划分的标准,赋值为 1 到 5,分别代表单因子的高敏感区、中高敏感区、中敏感区、中低敏感区、低敏感区(表 2)。

根据层次分析法(AHP)和专家打分法,得出各因子的权重值(表 3)。将 AHP 法计算出的各评价因子的权重值,通过整合度(C.I.值)进行验证,其 C.I.值为 0.0804,结果在 0—0.1 之间,表明对该因子的权重判断可行。

加权叠加分析获得研究地的生态敏感性差异(图 6),越接近红色的区域表示生态敏感性越高,对应的保育等级相对较高,高敏感地区主要分布在研究地南侧,生态敏感性等级划分将作为保育分区的依据。

2.3.2 植物生态位类型分布分析

植物生态位类型分布基于土壤肥力、植物受光热量和植物需水量 3 个方面的结果进行分析^[17],叠加获得植物生态位类型分布矢量图(图 7)。

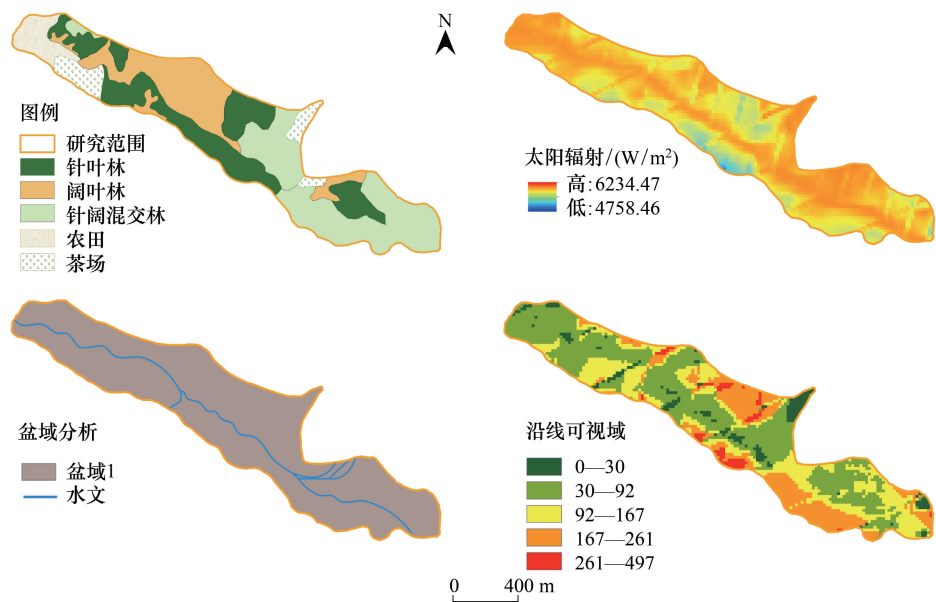


图 5 研究地植被与土壤、太阳辐射、水文、视域分析

Fig.5 Site vegetation and soil, solar radiation, hydrology, and field of view analysis

表 2 生态敏感性影响因子等级划分

因子 Factor	因子等级标准 Factor rating				
	5	4	3	2	1
高程 Elevation	0—200 m	—	200—300 m	—	>300 m
坡度 Gradient	0—5°	5—10°	10—25°	25—45°	>45°
坡向 Slope	南坡、平坡	东南坡、西南坡	东坡、西坡	东北坡、西北坡	北坡
植被类型 Vegetation type	农田	茶场	阔叶林	针阔混交林	针叶林
视域 Field of vision	0—30	30—92	92—167	167—261	261—497
水系 River	主要水系周边 100 m 范围以外	主要水系周边 50—100 m 缓冲区	主要水系周边 30—50 m 缓冲区	主要水系周边 20—30 m 缓冲区	主要水系及周边 20 m 内缓冲区

表 3 生态敏感性权重分析表

	高程 Elevation	坡度 Slope	坡向 Slope direction	植被类型 Vegetation types	视域 Sight	水系 Water system	权重值 Weights
高程 Elevation	1	1/2	1	1/3	1/3	1	0.0958
坡度 Gradient	2	1	2	1/2	1/2	2	0.1801
坡向 Slope	1	1/2	1	1/3	1/3	1	0.1788
植被类型 Vegetation type	3	2	3	1	1	3	0.2105
视域 Field of vision	3	2	3	1	1	1	0.2105
水系 River	1	1/2	1	1/3	1	1	0.1242

植物土壤肥力的生态位类型中选取了坡度和植被类型 2 个生态因子作为评价因子。植物阳性、中性、阴性的生态位类型中选取光照强度和坡向 2 个生态因子作为评价因子。植物的喜水、一般耐旱、极耐旱的生态位类型中选取了植物受光热量、坡度和汇水区 3 个生态因子作为评价因子,其中植物受光热量依据上述植物受光热量分析结果,汇水区的选取依据盆域分析结果。结果显示,高土壤肥力地区主要分布在阔叶林区、喜水

植物适合分布在道路两侧汇水区、阴性植物主要适合分布在道路南侧。

3 谷地植物景观保育性调控策略

依据研究地的适宜性分析结果,以保育和调控为主线提出了系统的保育调控策略。共分为分区控制、地带防护、植被斑块改造与植物选择和可持续管护规划 4 大部分(图 8)。

3.1 分区控制

3.1.1 保育分区划定

运用等垂距缓冲区控制法、多因子叠加分区法^[7]

等方法,以生态敏感性分析图为基础,叠加水系两侧 20 m 缓冲区,以此划分研究地不同区域的保育等级。保育分区可依据生态敏感性图划分为可建设区、可营造区、重点保护区三个等级的保育区。

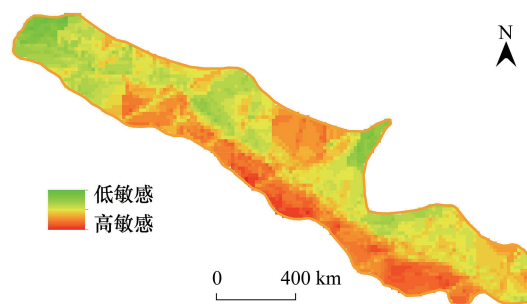


图 6 生态敏感性分析图

Fig.6 Ecological sensitivity analysis chart

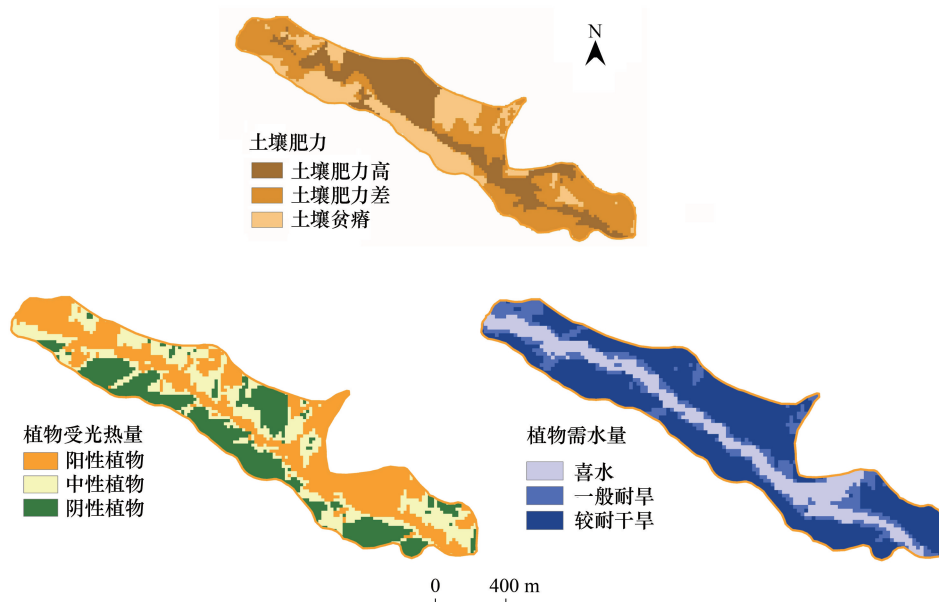


图 7 植物土壤肥力、受光热量、需水量分析

Fig.7 Analysis of plant soil fertility, light heat and water demand

可建设区对人为活动有一定的耐受性,允许一定的景观建设,例如一些对自然环境影响较少的游憩设施建设;可营造区内应在一定程度上控制工程的建设强度,可进行低影响景观营造和观赏植物种植,以植物的保护和培育为主;重点保护区应维护现状,严格禁止在区内进行任何建设,减少水土流失,增强植物群落的稳定性;水系周边 20 m 的范围内为尽量减少人类的靠近,可配置枸骨 (*Ilex cornuta*)、酸枣 (*Ziziphus jujuba*) 等植物从人的生理和心理感受上减少趋近行为。

3.1.2 潜力景观区划定

依据现场调研对景观进行评价,划定 6 个潜力景观区(表 4)。基于对研究地环境的了解和分析,确定主要保护培育对象,即整体的山水林格局、秋季的落叶空间带以及柳杉、落羽杉、马尾松、石蒜等具有武胜关谷地特征的植物品种,努力维持原生的景观格局。

3.1.3 优良品种培育区划定

选择不同生境类型的适宜地点作为优良品种培育区,可为后续的研究地改造提供苗木供应。基于研究地

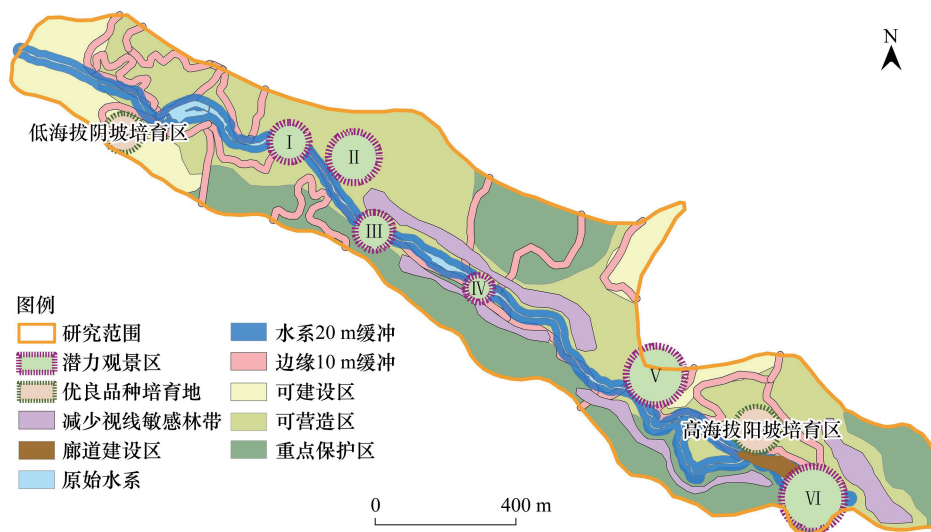


图8 总体保育策略

Fig.8 Overall conservation strategy

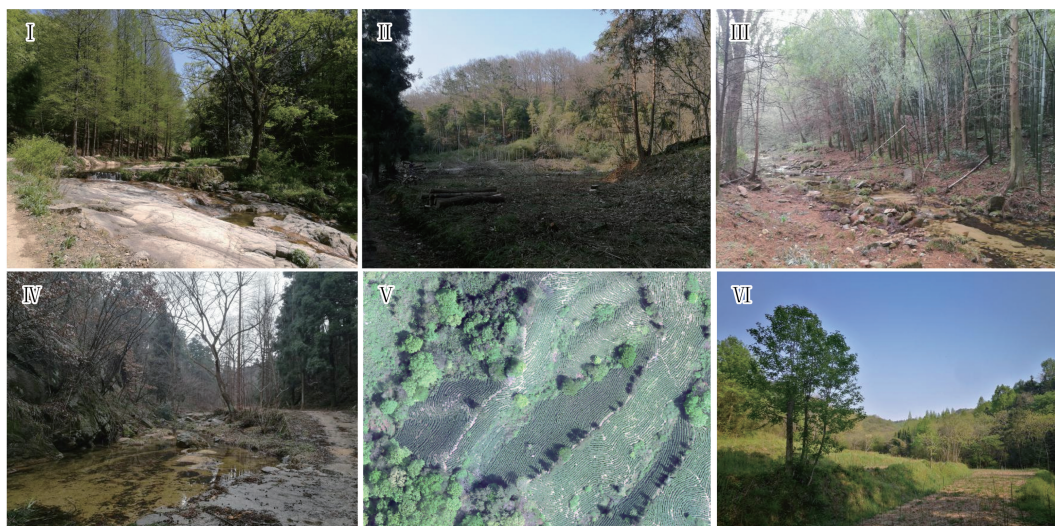


图9 潜力观景区

Fig.9 Potential viewing area

I:石板堰,巨石水流景观; II:2号裸地,竹林景观; III:3号裸地,曲径通幽; IV:头道河,水道交汇景观; V:茶园景观; VI:高海拔开放景观

海拔变化的特性,选取了相对海拔较低的农田空地和相对海拔较高的低敏感地区两块研究地作为优良品种种植基地,该区域同时涵盖了阳坡和阴坡两种坡位类型。在植物品种的选择上,选择引种与研究地环境相匹配的植物,以保障植物生长效果,维持景观的感官协调。

3.2 地带防护

3.2.1 视觉防护和廊道规划

根据视域分析和生态敏感性分析的叠加结果,识别了高视觉敏感性且高生态敏感性的区域,主要分布在研究地中段道路的两侧,以及东南段道路的南侧。在此区域的沿路两侧应种植高大的彩叶树种,一方面人的观景视线在空间层面被阻挡,减少这些高敏感区域被人观察到的可能性,另一方面在视觉美学角度上,可以将人的注意力吸引到沿路彩叶树种上,达到保护高敏感区植物的目的。从研究地的视觉防护方面看,还可以在

沿线适当进行微地形改造、增加地形起伏,同时在生态敏感高且景观较好的地点建立观景廊道,满足保护、观赏、科研监测的多重需求。

3.2.2 边缘地带保护控制

基于边缘效应原理^[23],不同的植被景观类型的交错地带是物种相互渗透以及能量流、物质流、信息流传递的主要场所,物种多样性一般更为丰富,为重要的多样性景观潜力区域。该区域应尽量减少人类活动,必要时可设立专门的生态通道。

3.3 植被斑块改造与植物选择

3.3.1 植被斑块改造

依据景观异质性相关理论^[23-28],增加现状植被斑块要素的数量,平衡各斑块要素占比,使单个斑块的形状更加多样化。这样增加了要素边界的总长度,提高了区域整体的景观异质性。同时,可利用人工林带建立动物的活动廊道,增加不同斑块之间的交流和传递,保障区域生态系统的稳定性(图 10)。

规划调控后的植被斑块要素数量由 16 个增加到 37 个,斑块要素类型由原来的 5 类增加到了 8 类,研究地的斑块要素边界总长度由 4.2 km 增加到 11.5 km。在斑块要素增加的过程中,尽可能的采用了不规则斑块要素形状。将研究地中较大面积的斑块要素进行分解,形成多个小面积的植被斑块,景观异质性增加,研究地内物种之间的交流会变的频繁,进而增强植物景观稳定性。

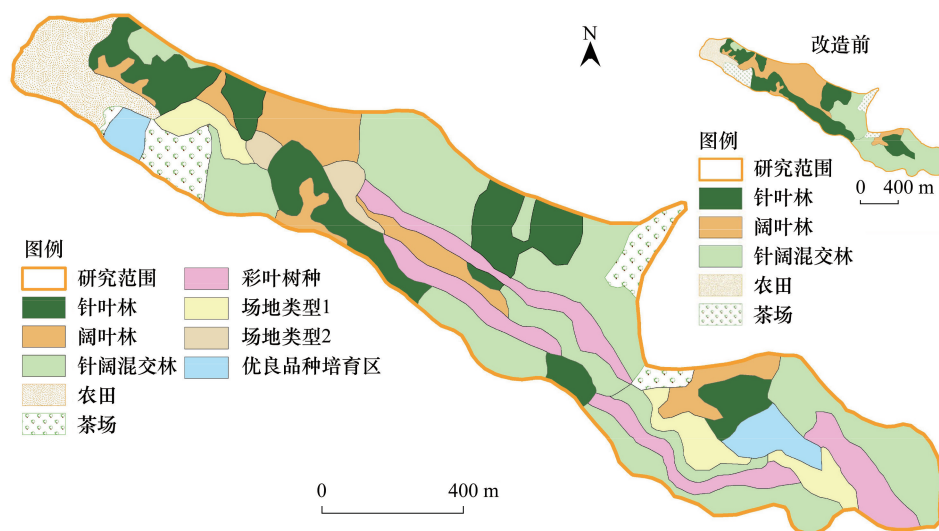


图 10 植被景观斑块改造规划

Fig.10 Vegetation landscape plaque reconstruction planning

3.3.2 生态位下的植物选择

生态位即物种在生物群落或生态系统中的地位和角色,对于某一种生物群落来说,其只能生活在特定环境条件范围内^[29]。景观规划过程实际上是研究如何有效利用现有生态位、潜在生态位以及非存在生态位的过程^[30]。将前期所做的植物土壤肥力、受光热量以及需水量分析结果进行叠加,获得研究地内的 27 种植物生态位类型(图 11),依据该植物生态位划分合理分布植物空间,建立更加科学的植物配置策略^[17]。

通过前期调查区域内植物资源并整理统计,选出了多种备选植物(表 4): 马尾松、黄山松 (*Pinus taiwanensis*)、柳杉、杉木 (*Cunninghamia lanceolata*)、水杉 (*Metasequoia glyptostroboides*)、青冈 (*Cyclobalanopsis glauca*)、麻栎 (*Quercus acutissima*)、栓皮栎 (*Quercus acutissima*)、枫香树 (*Liquidambar formosana*)、槲栎 (*Quercus aliena*)、落羽杉这些植物是研究地内原有的乡土植物。三色堇 (*Viola tricolor*)、木香花 (*Rosa banksiae*) 等则是基于研究地环境情况分析引入的品种,提高了植物景观整体的丰富性特征。

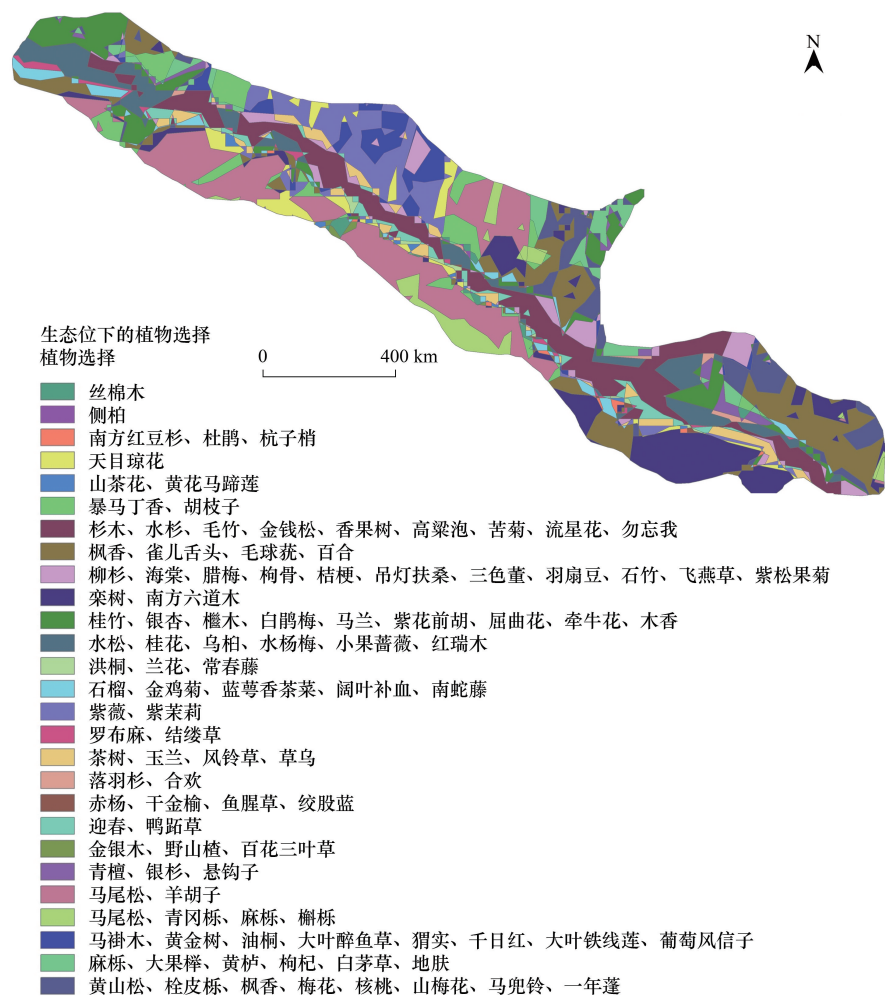


图 11 生态位下的植物选择

Fig.11 Plant selection under the niche

表 4 研究地备选植物类型

Table 4 Site alternative plant types

植物类型 Plant type	植物名称(乡土植物) Plant name (native plant)	植物名称(景观植物) Plant name (landscape plant)
乔木 Tree	马尾松 <i>Pinus massoniana</i> 、黄山松 <i>Pinus taiwanensis</i> 、杉木 <i>Cunninghamia lanceolata</i> 、柳杉 <i>Cryptomeria japonica</i> 、水杉 <i>Metasequoia glyptostroboides</i> 、青冈 <i>Cyclobalanopsis glauca</i> 、麻栎 <i>Quercus acutissima</i> 、栓皮栎 <i>Quercus variabilis</i> 、枫香树 <i>Liquidambar formosana</i> 、榿栎 <i>Quercus aliena</i> 、毛竹 <i>Phyllostachys edulis</i> 、桂竹 <i>Phyllostachys reticulata</i> 、香果树 <i>Emmenopterys henryi</i> 、落羽杉 <i>Taxodium distichum</i> 、玉兰 <i>Magnolia denudata</i> 、千金榆 <i>Carpinus cordata</i> 、青檀 <i>Pteroceltis tatarinowii</i> 、大果榉 <i>Zelkova sinica</i> 、侧柏 <i>Platycladus orientalis</i>	海棠花 <i>Malus spectabilis</i> 、梅 <i>Armeniaca mume</i> 、木犀 <i>Osmanthus fragrans</i> 、紫薇 <i>Lagerstroemia indica</i> 、珙桐 <i>Davidia involocrata</i> 、胡桃 <i>Juglans regia</i> 、乌桕 <i>Triadica sebifera</i> 、鹅掌楸 <i>Liriodendron chinense</i> 、栎树 <i>Koelreuteria paniculata</i> 、赤杨叶 <i>Alniphyllum fortunei</i> 、白杜 <i>Euonymus maackii</i> 、合欢 <i>Albizia julibrissin</i> 、银杏 <i>Ginkgo biloba</i> 、黄金树 <i>Catalpa speciosa</i> 、油桐 <i>Vernicia fordii</i> 、暴马丁香 <i>Syringa reticulata</i> 、南方红豆杉 <i>Taxus wallichiana</i> 、水松 <i>Glyptostrobos pensilis</i> 、金钱松 <i>Pseudolarix amabilis</i> 、金银忍冬 <i>Lonicera maackii</i>
灌木 Shrub	榿木 <i>Loropetalum chinense</i> 、白鹃梅 <i>Exochorda racemosa</i> 、杜鹃 <i>Rhododendron simsii</i> 、山莓 <i>Rubus corchorifolius</i> 、胡枝子 <i>Lespedeza bicolor</i> 、枸骨 <i>Ilex cornuta</i> 、南方六道木 <i>Abelia dielsii</i> 、野山楂 <i>Crataegus cuneata</i> 、杭子梢 <i>Campylotropis macrocarpa</i> 、茶 <i>Camellia sinensis</i> 、水团花 <i>Adina pilulifera</i> 、高粱泡 <i>Rubus lambertianus</i>	迎春花 <i>Jasminum nudiflorum</i> 、蜡梅 <i>Chimonanthus praecox</i> 、山茶 <i>Camellia japonica</i> 、山梅花 <i>Philadelphus incanus</i> 、鸡条树 <i>Viburnum opulus</i> 、罗布麻 <i>Apocynum venetum</i> 、红瑞木 <i>Cornus alba</i> 、大叶醉鱼草 <i>Buddleja davidii</i> 、枸杞 <i>Lycium chinense</i> 、猬实 <i>Kolkwitzia amabilis</i> 、雀儿舌头 <i>Leptopus chinensis</i> 、大叶铁线莲 <i>Clematis heracleifolia</i> 、石榴 <i>Punica granatum</i> 、吊灯扶桑 <i>Hibiscus schizopetalus</i> 、黄栌 <i>Cotinus coggygria</i> 、毛球蕨 <i>Caryopteris trichosphaera</i>

续表		
植物类型 Plant type	植物名称(乡土植物) Plant name (native plant)	植物名称(景观植物) Plant name (landscape plant)
草本 Herb	薤白 <i>Allium macrostemon</i> 、结缕草 <i>Zoysia japonica</i> 、 白茅 <i>Imperata cylindrica</i>	三色堇 <i>Viola tricolor</i> 、金鸡菊 <i>Coreopsis basalis</i> 、白车轴草 <i>Trifolium repens</i> 、百合 <i>Lilium brownii</i> 、栽培菊苣 <i>Cichorium endivia</i> 、蕺菜 <i>Houttuynia cordata</i> 、地肤 <i>Kochia scoparia</i> 、千日 红 <i>Gomphrena globosa</i> 、紫茉莉 <i>Mirabilis jalapa</i> 、羽扇豆 <i>Lupinus micranthus</i> 、石竹 <i>Dianthus chinensis</i> 、飞燕草 <i>Consolida ajacis</i> 、桔梗 <i>Platycodon grandiflorus</i> 、马兰 <i>Aster indicus</i> 、松果 菊 <i>Echinacea purpurea</i> 、鸭跖草 <i>Commelina communis</i> 、葡萄风 信子 <i>Muscari botryoides</i> 、黄花马蹄莲 <i>Zantedeschia elliottiana</i> 、 毛叶香茶菜 <i>Isodon japonicus</i> 、风铃草 <i>Campanula medium</i> 、长 星花 <i>Isotoma axillaris</i> 、一年蓬 <i>Erigeron annuus</i> 、阔叶补血草 <i>Limonium latifolium</i> 、勿忘草 <i>Myosotis alpestris</i> 、乌头 <i>Aconitum carmichaelii</i> 、兰花、紫花前胡 <i>Angelica decursiva</i> 、屈曲花 <i>Iberis amara</i>
藤本 Liane	牵牛 <i>Pharbitis nil</i> 、绞股蓝 <i>Gynostemma pentaphyllum</i> 、 小果蔷薇 <i>Rosa cymosa</i>	常春藤 <i>Hedera nepalensis</i> 、马兜铃 <i>Aristolochia debilis</i> 、木香花 <i>Rosa banksiae</i> 、南蛇藤 <i>Celastrus orbiculatus</i>
水生植物 Aquatic plant	香蒲 <i>Typha orientalis</i> 、芦苇 <i>Phragmites australis</i> 、 野慈姑 <i>Sagittaria trifolia</i> 、欧菱 <i>Trapa natans</i> 、 狐尾藻 <i>Myriophyllum verticillatum</i>	千屈菜 <i>Lythrum salicaria</i> 、梭鱼草 <i>Pontederia cordata</i>
名贵植物 Rare plants	胡枝子 <i>Lespedeza bicolor</i> 、绞股蓝 <i>Gynostemma pentaphyllum</i>	珙桐 <i>Davidia involucrata</i> 、金鸡菊 <i>Coreopsis basalis</i> 、水松 <i>Glyptostrobus pensilis</i> 、金钱松 <i>Pseudolarix amabilis</i> 、南方红豆 杉 <i>Taxus wallichiana</i> 、银杉 <i>Cathaya argyrophylla</i>

将研究地划分为 27 种植物生态位类型,其中 26 种植物生态位类型分布在 0°—25°的坡度区间,1 种分布在 25°—90°的坡度区间。需要说明的是,该坡度区间理论上应涵盖 27 种生态位类型,但是根据实际的叠加分析显示,研究地不包含极耐瘠薄阴性喜水的植物生态位类型,所以现状中共包含了 26 种生态位类型。坡度为 25°—90°的研究地区域,因其研究地环境较为脆弱,将其归为一种生态位类型。因此,研究地内共包涵了 27 种植物生态位类型。将备选植物依据其属性归入生态位类型表中,获得了不同区域所需要种植的植物种类(表 5)。

3.4 可持续管护

3.4.1 构建监管系统,重点保护珍稀濒危物种

保护珍稀濒危物种是研究区内资源环境保育工作的重要内容,需要对不同物种因地制宜地实施最有效的保护,构建植物评价保护体系,精准调控。需要对珍稀濒危物种的具体数量、分布特征进行明确划定,建立珍稀濒危物种基础资料数据库,构建相应的动植物监测和管理系统。以便实时掌握濒危物种常年动态变化及其生活环境变化情况,及时制定对应的保护策略。

3.4.2 维护自然生态链,保障环境健康

谷地生态系统是一个极易受周边生态系统影响的小尺度生态系统,病虫害预防有赖于上一级生态系统的健康状态与免疫能力,其本身应立足于生物链的健康程度与完整性。保护和培育研究地内资源,保存完整的谷地生物链体系,用自然方法维护研究地内病虫害的防护机制,确保植物景观保育性调控策略能够有效实施,为谷地生态可持续发展提供保障。

3.4.3 建立植物标识体系,加大宣传力度

研究地内应建立统一的植物标识系统,便于向大众进行科普宣传,增加研究地的科普教育功能,让人们的研究地植物有更加深入的了解。

4 讨论与总结

基于生态位、景观异质性、边缘效应等相关理论体系,通过对土壤、水文、太阳辐射、植被类型、视域等单因

表 5 依据生态位划分的植物配置表

Table 5 Plant configuration table based on niche

坡度生态位 Slope niche	植物生态位类型 Plant niche type	植物选择 Plant selection			
		乔木 Arbor	灌木 Shrub	草本 Herb	藤本 Fujimoto
0°—25° (适合林地、 果树地种植) (Suitable for planting woodland and fruit trees)	喜肥阳性喜水	杉木 <i>Cunninghamia lanceolata</i> 、 水杉 <i>Metasequoia glyptostroboides</i> 、 毛竹 <i>Phyllostachys edulis</i> 、 金钱松 <i>Pseudolarix amabilis</i> 、 香果树 <i>Emmenopterys henryi</i>	高粱泡 <i>Rubus lambertianus</i>	栽培菊苣 <i>Cichorium endivia</i> 、 长星花 <i>Isotoma axillaris</i> 、 勿忘草 <i>Myosotis alpestris</i>	—
		柳杉 <i>Cryptomeria japonica</i> 、 海棠花 <i>Malus spectabilis</i>	枸骨 <i>Ilex cornuta</i> 、 吊灯扶桑 <i>Hibiscus schizopetalus</i> 、 蜡梅 <i>Chimonanthus praecox</i>	三色堇 <i>Viola tricolor</i> 、 羽扇豆 <i>Lupinus micranthus</i> 、 石竹 <i>Dianthus chinensis</i> 、 飞燕草 <i>Consolida ajacis</i> 、 松果菊 <i>Echinacea purpurea</i>	—
		鹅掌楸 <i>Liriodendron chinense</i> 、 黄金树 <i>Catalpa spectosa</i> 、 油桐 <i>Vernicia fordii</i>	大叶醉鱼草 <i>Buddleja davidii</i> 、 大叶秋线莲 <i>Clematis heracleifolia</i> 、 蛱蝶 <i>Kolkwitzia amabilis</i>	千日红 <i>Gomphrena globosa</i> 、 葡萄风信子 <i>Muscari botryoides</i>	—
	喜肥中性喜水	—	迎春花 <i>Jasminum nudiflorum</i>	鸭跖草 <i>Commelina communis</i>	—
	喜肥中性一般耐旱	玉兰 <i>Magnolia denudata</i>	茶 <i>Camellia sinensis</i>	风铃草 <i>Campanula medium</i> 、 乌头 <i>Aconitum carmichaelii</i>	—
	喜肥中性较耐干旱	紫薇 <i>Lagerstroemia indica</i>	—	紫茉莉 <i>Mirabilis jalapa</i>	—
	喜肥阴性喜水	珙桐 <i>Davidia involucreata</i>	—	兰花	常春藤 <i>Hedera nepalensis</i>
	喜肥阴性一般耐旱	—	山茶 <i>Camellia japonica</i>	黄花马蹄莲 <i>Zantedeschia elliotiana</i>	—
	喜肥阴性较耐干旱	—	鸡条树 <i>Viburnum opulus</i>	—	—
	较耐瘠薄阳性喜水	水松 <i>Glyptostrobus pensilis</i> 、 乌柏 <i>Triadica sebifera</i>	水团花 <i>Adina pilulifera</i> 、 红端木 <i>Cornus alba</i>	—	小果蔷薇 <i>Rosa cymosa</i>
	较耐瘠薄阳性一般耐旱	桂竹 <i>Phyllostachys bambusoides</i> 、 木犀 <i>Osmanthus fragrans</i> 、 银杏 <i>Ginkgo biloba</i>	檵木 <i>Loropetalum chinense</i> 、 白鹃梅 <i>Exochorda racemosa</i>	马兰 <i>Kalimeris indica</i> 、 紫花前胡 <i>Angelica decursiva</i> 、 屈曲花 <i>Iberis amara</i>	牵牛 <i>Pharbitis nil</i> 、 木香花 <i>Rosa banksiae</i>
	较耐瘠薄阳性较耐干旱	黄山松 <i>Pinus taiwanensis</i> 、 栓皮栎 <i>Quercus variabilis</i> 、 枫香树 <i>Liquidambar formosana</i> 、 梅 <i>Armeniaca mume</i> 、 胡桃 <i>Juglans regia</i>	山梅花 <i>Philadelphus incanus</i>	一年蓬 <i>Erigeron annuus</i>	马兜铃 <i>Aristolochia debilis</i>
	较耐瘠薄中性喜水	—	罗布麻 <i>Apocynum venetum</i>	结缕草 <i>Zoysia japonica</i>	—

续表

坡度生态位 Slope niche	植物生态位类型 Plant niche type	植物选择 Plant selection			
		乔木 Arbor	灌木 Shrub	草本 Herb	藤本 Fujimoto
	较耐瘠薄中性—般耐旱	—	石榴 <i>Punica granatum</i>	金鸡菊 <i>Coreopsis basalis</i> 、 毛叶香茶菜 <i>Isodon japonicus</i> 、 阔叶补血草 <i>Limonium latifolium</i>	南蛇藤 <i>Celastrus orbiculatus</i>
	较耐瘠薄中性较耐干旱	枫香树 <i>Liquidambar formosana</i>	雀儿舌头 <i>Leptopus chinensis</i> 、毛球菰 <i>Caryopteris trichosphaera</i>	百合 <i>Lilium brownii</i>	—
	较耐瘠薄阴性喜水	赤杨叶 <i>Alniphyllum fortunei</i> 、 千金榆 <i>Carpinus cordata</i>	—	蕺菜 <i>Houttuynia cordata</i>	绞股蓝 <i>Gynostemma pentaphyllum</i>
	较耐瘠薄阴性—般耐旱	南方红豆杉 <i>Taxus wallichiana</i>	杜鹃 <i>Rhododendron simsii</i> 、 杭子梢 <i>Campylotropis macrocarpa</i>	—	—
	较耐瘠薄阴性较耐干旱	栲树 <i>Koelreuteria paniculata</i>	南方六道木 <i>Abelia dielsii</i>	—	—
	极耐瘠薄阳性喜水	落羽杉 <i>Taxodium distichum</i> 、 合欢 <i>Albizia julibrissin</i>	—	—	—
	极耐瘠薄阳性—般耐旱	青檀 <i>Pteroceltis tatarinowii</i> 、 银杉 <i>Cathaya argyrophylla</i>	山莓 <i>Rubus corchorifolius</i>	—	—
	极耐瘠薄阳性较耐干旱	麻栎 <i>Quercus acutissima</i> 、 大果榉 <i>Zelkova sinica</i>	枸杞 <i>Lycium chinense</i> 、 黄芩 <i>Cotinus coggynia</i>	白茅 <i>Imperata cylindrica</i> 、 地肤 <i>Kochia scoparia</i>	—
	极耐瘠薄中性喜水	白杜 <i>Euonymus maackii</i>	—	—	—
	极耐瘠薄中性—般耐旱	侧柏 <i>Platycladus orientalis</i>	—	—	—
	极耐瘠薄中性较耐干旱	暴马丁香 <i>Syringa raiculata</i>	胡枝子 <i>Lespedeza bicolor</i>	—	—
	极耐瘠薄阴性喜水	本研究地中没有该生态位	—	—	—
	极耐瘠薄阴性—般耐旱	金银忍冬 <i>Lonicera maackii</i>	野山楂 <i>Crataegus cuneata</i>	白车轴草 <i>Trifolium repens</i>	—
	极耐瘠薄阴性较耐干旱	马尾松 <i>Pinus massoniana</i>	—	薤白 <i>Allium macrostemon</i>	—
25°—90°	生长环境脆弱(应改造成针阔混交林,增强对地表冲刷的抵抗比例)	马尾松 <i>Pinus massoniana</i> 、 青冈 <i>Cyclobalanopsis glauca</i> 、 麻栎 <i>Quercus acutissima</i> 、 榿栎 <i>Quercus aliena</i>			

子分析以及生态敏感性、植物生态位类型分布的多因子叠加分析,为武胜关谷地植物景观的调控提供了科学依据和可操作方法。从研究地资源上看,武胜关谷地植物景观保育的原始条件较为充足,具备有多个潜力景观区、植物培育区;从地带防护看,武胜关谷地具有多个明显的植被交错地带,植被类型丰富多样,可利用自然资源进行人工干预,确保高敏感地区植被的稳定;从植被营造上看,武胜关谷地自身具有较为丰富的植物资源,从景观美学以及生态稳定的角度来考虑调控研究地,特别是 6 个裸露空地植物的类型和分布,在植物因地生长、景观维护等方面有多重意义。

谷地植物景观的保育性调控工作需要多方面同时推进,包括从面状层面的分区控制到线状的边缘地带控制以及廊道规划,到点状的植被改造选择。应用景观可持续性研究的思想,规划和设计景观要素以维护和提高景观的自我再生能力,同时提高景观对外部干扰的抵抗力^[31]。研究地交通条件较为便利,人类活动与人为干扰不可避免。同国内其他自然保护区一样,国内已经鲜有不受干扰的自然保护区。人类活动与人为干扰所带来的水土流失、植被退化、土壤裸露等问题正在危及保护区的生态健康。保护、培育、调适是中国自然保护区发展的必经之路。需要介入正向干扰才能抵消人类活动所带来的负向干扰,同时通过正向干扰提高自然本身应对各种生态风险的能力,实现保护区稳定可持续发展。研究区域从边界范围上紧邻自然保护区,实际的自然景观与保护区景观相差较小,是良好的保护培育的正向干扰试验区。未来的研究中,可从保护对象识别、调适植物组合模式^[32]、功能和组分的补充与完善、多样性的增加^[33]、干扰下的植物变化规律^[34]、实现生态系统的稳定并向顶级群落方向演替等方面进行实际的探索,以便进一步明确保育的机理,完善保育性调控的理论和实践体系。

参考文献 (References):

- [1] 中华人民共和国国务院. 中华人民共和国自然保护区条例. 2017-10-23.
- [2] 曹康, 林雨庄, 焦自美. 奥姆斯特德的规划理念——对公园设计和风景园林规划的超越. 中国园林, 2005, 21(8): 37-42.
- [3] 黛子. 伦敦那座叫“邱”的花园. 园林, 2018, (11): 32-36.
- [4] 王向荣, 林箐, 李洋, 张铭然, 阳春白雪, 季义力, 钟春炜, 华锐, 肖起发, 李惊, 沈洁, 匡纬, 洪泉, 李利, 周建猷, 孙国栋, 任鲸. 江洋畹生态公园. 城市环境设计, 2019, (1): 188-205.
- [5] 魏民, 陈战. 风景名胜规划原理. 北京: 中国建筑工业出版社, 2008.
- [6] 李莉华. 华山风景名胜区植物景观认知方法与保护、规划设计研究[D]. 西安: 西安建筑科技大学, 2006.
- [7] 徐婕. 风景名胜保护培育规划研究[D]. 上海: 同济大学, 2008.
- [8] 覃婕, 周志翔, 滕明君, 王燕燕, 史梅容. 武汉市九峰城市森林保护区景观敏感度评价. 长江流域资源与环境, 2009, 18(5): 453-458.
- [9] 尚琴. 景观生态规划中 GIS 技术的应用[D]. 西安: 西安建筑科技大学, 2014.
- [10] 张景华. 风景名胜保护培育规划技术手段研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2011.
- [11] 周文. 自然保护区生态规划与景观设计研究[D]. 长沙: 中南林业科技大学, 2008.
- [12] 张为. GIS 技术在山岳型风景名胜区规划中的应用研究[D]. 西安: 西北大学, 2017.
- [13] 聂康才, 严苗, 周学红. 基于景观敏感度和用地适宜性评价的景区分级保护规划. 规划师, 2015, 31(2): 133-137.
- [14] 张德顺, 杨韬. 应对生态保育规划的风景区生态资源敏感性分析——基于生态资源评价结果. 中国园林, 2018, 34(2): 84-88.
- [15] 姜传高. 鸡公山志. 郑州: 河南人民出版社, 1987.
- [16] 姚萍, 高永喜, 马宽, 徐彦博, 刘朝华, 赵晓红. 鸡公山自然疗养因子优势分析及应用研究. 中国疗养医学, 2011, 20(8): 675-677.
- [17] 闫明. 鸡公山武胜关谷地植物景观保育性调控研究[D]. 河南农业大学, 2019.
- [18] 秦烨. 山地城市公园规划设计的生态学方法研究[D]. 重庆: 重庆大学, 2015.
- [19] 黄梦兰. 基于生态适宜性分析的三亚热带珍稀花木博览园规划研究[D]. 长沙: 中南林业科技大学, 2017.
- [20] 王怡憬. GIS 在景观中的应用——以潭樟峡项目为例. 现代园艺, 2017, (23): 112-114.
- [21] 孙全凤, 张延龙, 牛立新, 张刚, 洪波. 低山丘陵区景观类型与地形因子耦合关系研究——以伏牛山余脉区为例. 西北林学院学报, 2019, 34(1): 254-260.
- [22] 刘国顺, 王晓云, 袁玉霞, 冯万富, 哈登龙. 鸡公山自然保护区不同林分类型土壤理化性质研究. 林业资源管理, 2012, (2): 102-105, 115-115.
- [23] 岳邦瑞. 图解景观生态规划设计原理. 北京: 中国建筑工业出版社, 2017.

- [24] 王云才. 景观生态规划原理. 北京: 中国建筑工业出版社, 2007: 49-49.
- [25] 赵羿. 探索景观异质性的热力学基础和信息论[J]. 生态学杂志, 1995(02): 27-36+51.
- [26] Farina A. Theories and models incorporated in the landscape ecology framework//Principles and Methods in Landscape Ecology. Dordrecht: Springer, 1998: 23-34.
- [27] 肖笃宁. 景观生态学. 北京: 中国林业出版社, 2003.
- [28] 邬建国. 景观生态学——格局、过程、尺度与等级. 台北: 五南图书出版股份有限公司, 2003.
- [29] 牛翠娟, 娄安如, 孙儒泳, 李庆芬. 基础生态学(第三版). 北京: 高等教育出版社, 2015.
- [30] 田国行. 城市绿地景观规划的理论与方法[D]. 北京: 中国农业大学, 2005.
- [31] 赵文武, 房学宁. 景观可持续性景观可持续性科学. 生态学报, 2014, 34(10): 2453-2459.
- [32] Chelli S, Simonetti E, Campetella G, Chiarucci A, Cervellini M, Tardella F M, Tomasella M, Canullo R. Plant diversity changes in a nature reserve: a probabilistic sampling method for quantitative assessments. *Nature Conservation*, 2019, 34: 145-161.
- [33] Chen L, Han W Y, Liu D, Liu G H. How forest gaps shaped plant diversity along an elevational gradient in Wolong National Nature Reserve? *Journal of Geographical Sciences*, 2019, 29(7): 1081-1097.
- [34] Zhang J T, Xiao J T, Li L F. Variation of plant functional diversity along a disturbance gradient in mountain meadows of the Donglingshan reserve, Beijing, China. *Russian Journal of Ecology*, 2015, 46(2): 157-166.