

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2024.01.023

## 基于生态价值的玉田县适生植物资源实地调查与评价

董国明, 于帅, 李万增, 张 鸽

(河北省地质矿产勘查开发局第二地质大队(河北省矿山环境修复治理技术中心), 河北 唐山 063000)

**摘要:**为探索玉田县适生植物资源,进行实地调查,立足于植物资源的生态价值,运用生态服务价值评价与当量因子法研究不同区域的适生植物。结果表明,玉田县北部褐土丘陵地带应多种植榆树、黄栌、油松等植物;中部平原草甸地带应种植紫穗槐、栎树与侧柏等,植物与园林观赏植物交叉种植;南部脱沼泽化潮土区域应多种植油松、栎树、臭椿等植物,补充种植牡荆等观赏植物。

**关键词:**生态价值;适生植物;实地调查;评价体系;特尔斐法

中图分类号:S757.2;S718.557 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2024)01-0133-07

引文格式:董国明,于帅,李万增,等.基于生态价值的玉田县适生植物资源实地调查与评价[J].林业调查规划,2024,49(1):133-139. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2024.01.023

DONG Guoming, YU Shuai, LI Wanzeng, et al. Field Investigation and Evaluation of Suitable Plant Resources in Yutian County Based on Ecological Value[J]. Forest Inventory and Planning, 2024, 49(1): 133-139. doi: 10.3969/j.issn.1671-3168.2024.01.023

## Field Investigation and Evaluation of Suitable Plant Resources in Yutian County Based on Ecological Value

DONG Guoming, YU Shuai, LI Wanzeng, ZHANG Ge

(No. 2 Geological Brigade of Hebei Bureau of Geology and Mineral Resources Exploration  
(Hebei Mining Environment Rehabilitation Technology Center), Tangshan, Hebei 063000, China)

**Abstract:** In order to explore the suitable plant resources in Yutian County, the field investigation was carried out, and the suitable plants in different areas of Yutian County were studied by using the evaluation of ecological service value and equivalent factor method based on the ecological value of plant resource. The experimental results showed that *Ulmus pumila*, *Cotinus coggygria* and *Pinus tabulaeformis* should be planted more in the northern brown soil hilly areas; the meadow in the central plain should be planted with *Amorpha fruticosa*, *Koelreuteria paniculata* and *Platycladus orientalis*, and the plants should be cross planted with garden ornamental plants; more plants such as *Pinus tabulaeformis*, *Koelreuteria paniculata* and *Ailanthus altissima* should be planted in the southern swamp free tidal soil areas, with more ornamental plants such as *Vitex negundo* var. *cannabifolia*.

**Key words:** ecological values; suitable plants; field investigation; evaluation system; Delphi method

收稿日期:2022-05-13.

基金项目:“地面沉降预警监测技术与矿山生态修复研究”(454-0601-YBN-1RVZ).

第一作者:董国明(1974-),男,河北唐山人,硕士,正高级工程师.主要研究方向为生态修复.

责任作者:于帅(1984-),女,河北唐山人,硕士,助理工程师.主要研究方向为生态修复.

玉田县作为环渤海经济带的重要组成部分,毗邻北京与天津两大一线城市,经济发展迅速。近年来,玉田县在经济发展的同时,生态资源也受到一定程度的破坏,从而出现了一系列生态环境问题<sup>[1]</sup>。针对生态问题应当以实际情况为主要依据研究解决方法。因此,应该根据玉田县不同区域的不同情况进行植物栽种与修复,从而最大化发挥植物的生态价值<sup>[2]</sup>。

适生植物分析需要结合生态价值来评判。生态价值作为判断植物重要性的重要依据之一有众多衡量方式,其中,较为常用的为生态系统服务价值<sup>[3]</sup>。生态系统服务价值是指通过生态系统的功能直接或间接得到的产品或服务,是人类经济、社会发展的基础<sup>[4]</sup>。常用的生态系统服务价值核算方法,主要有当量因子法和基于生态系统服务功能的价值定量方法。当量因子法直观易用,数据需求少,在大尺度的价值评估上具有一定的优势<sup>[5]</sup>。

根据过往学者的研究以及玉田县的实地调查情况,在生态价值的基础上,利用当量因子法对适生植物调查数据进行评价,并提出相应的建议,可为玉田县后续生态发展提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究区域概况

玉田县地处暖温带东亚季风区,受季风影响四季分明,全年日照时数为 2 574.9 h,日照百分率为 58%,年平均气温 11.2℃。玉田县作为我国的传统农业大县,素有“冀东粮仓”的称号。地势北高南低,略向西南平缓倾斜,地貌具有明显的分带性。玉田县地貌主要分为 4 个区域:北部为褐土丘陵区,面积 139.96 km<sup>2</sup>。丘陵区日照充足,热量丰富,但容易发生干旱的情况。中部平原区面积 449 km<sup>2</sup>。土壤类型为草甸褐土、潮土。地势平坦,土壤肥沃易耕。西南、南部低洼区面积 372.6 km<sup>2</sup>。大部分为脱沼泽化潮土,土质粘重,多有姜砂障碍层,地下水位高,部分耕地有季节性积水。全县最高海拔 408 m,土壤酸碱度中性居多,物理性状较好,宜于耕作。

玉田县地处京津冀经济带,地理环境与较多经济重地相邻。据地块实测,地下水位平均埋深为 20 m 左右;地下水类型为第四系松散岩类孔隙水;含水层富水性由北向南逐渐降低,场地附近含水层富水性多大于 30 m<sup>3</sup>/(h·m)。

## 1.2 研究方法

### 1.2.1 生态价值量评判

利用中国生态系统服务价值当量因子表,将不同的生态类型转化成相同尺度的定量指标,使得生态系统服务价值成为可比较的因子<sup>[6]</sup>。其中中国生态系统服务价值当量因子如表 1 所示。

表 1 中国生态系统服务价值当量因子  
Tab. 1 Ecosystem service value equivalent factor in China

生态项目	森林	草地	耕地	湿地
气体调节	3.0960	707.9	442.2	1592.7
气候调节	2.3810	796.4	787.5	15130.0
水源调节	2.8910	732.9	530.2	13715.0
土壤保护	3.4590	1725.2	1291.8	1513.7
废物处理	1.1590	1159.2	1451.3	16086.0
生物多样性保护	2.3006	964.2	628.9	2212.2

生态系统价值计算公式如下:

$$ESV = \sum P_i \times A_i \quad (1)$$

式中:ESV 为生态系统价值量; $P_i$  为单位面积上土壤发挥的生态系统价值(元/hm<sup>2</sup>); $A_i$  为土壤面积。

过往研究中,多以植物大小或植物聚集的数量来判定某类植物的重要性,但这种判断方法的依据较为单一。植物多以植群的形式出现,因此使用植群重要值作为判断植物重要性的指标可以降低判定结果的误差值,客观选出较为重要的植物种类<sup>[7]</sup>。植群计算公式如下:

$$\alpha_1 = (\rho_1 + \mu_1 + \sigma_1) / 3 \quad (2)$$

式中: $\alpha_1$  为乔灌层重要值; $\rho_1$  为相对密度; $\mu_1$  为相对频度; $\sigma_1$  为相对盖度。

$$\alpha_2 = (\mu_1 + \sigma_1) / 2 \quad (3)$$

式中: $\alpha_2$  为草本层重要值。

$$\beta_i = b / \beta \quad (4)$$

式中: $\beta_i$  为植群相对多度; $b$  为单一植物的多度; $\beta$  为植群总多度。

$$\mu_1 = c / \mu \quad (5)$$

式中: $c$  为单一植物的频度; $\mu$  为植群总频度。

$$\sigma_1 = d / \sigma \quad (6)$$

式中: $d$  为单一植物的盖度; $\sigma$  为植群总盖度。

$$h_1 = e / H \quad (7)$$

式中: $h$  为植群相对高度; $e$  为单一植物的高度; $H$  为平均高度。

研究地区植物物种时,可用物种丰富度、S-W 指数(Shannon-Wiener 多样性指数)、Simpson 指数(植群优势度指数)、Pielou 指数(均匀度指数)作为判断指标<sup>[8]</sup>。物种丰富度计算公式如下:

$$S = F_i \tag{8}$$

式中: $S$ 为物种丰富度; $F_i$ 为样本物种数量;S-W 指数计算公式如下:

$$Q = \sum_{i=1}^S q_i \ln q_i \tag{9}$$

式中: $Q$ 为多样性指数; $q_i$ 为物种的重要值, $q_i$ 计算公式如下:

$$q_i = N_i / N \tag{10}$$

式中: $N_i$ 为第  $i$  个物种的个体总数; $N$ 为所有物种个体数之和。植群优势度指数计算公式如下:

$$D = 1 - \sum q_i^2 \tag{11}$$

式中: $D$ 为植群优势度指数。植群均匀度计算公式如下:

$$E = Q / \ln S \tag{12}$$

式中: $E$ 为植群均匀度指数。

### 1.2.2 基于生态价值的适生植物评价模型构建

根据玉田县目前的土地特点,根据植物的生态价值对适生植物进行评价。评价体系包括 5 个小评价因子。建立的适生植物评价因子模型<sup>[9]</sup>如图 1 所示。

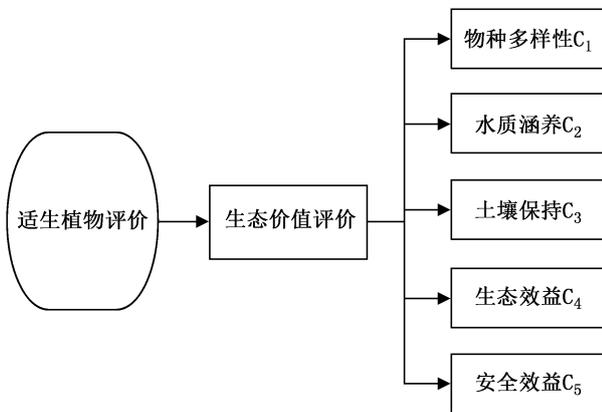


图 1 适生植物评价因子模型

Fig. 1 Model of suitable plant evaluation factors

以经验与已有研究作为根据,对  $C_1$ 、 $C_2$ 、 $C_3$  指标作出判断。关于  $C_3$ 、 $C_4$  指标,通过实地调查,根据现场的调查数据对指标作出判断。各评价指标对适生植物评价的影响不同,为了反映各评价指标对适生植物评价模型的作用情况,需要逐项对评价因子的

适宜度关联进行量化分级并打分。分级数量可以结合研究区域的特点进行调整<sup>[10]</sup>。根据评价指标对适生植物评价模型的影响程度不同,分别对评价指标赋予不同的权重值<sup>[11]</sup>。由于评价指标较少,使用特尔斐法即可<sup>[12]</sup>。特尔斐法确定权重的流程如图 2 所示。

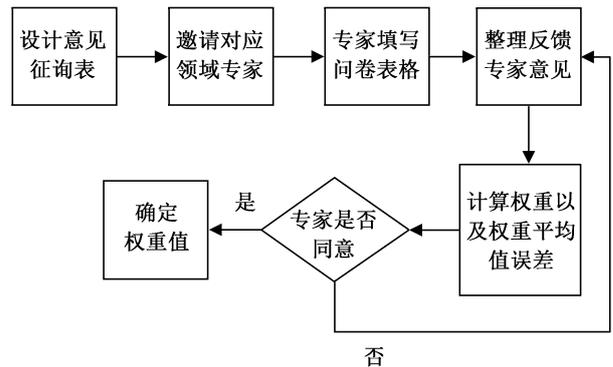


图 2 特尔斐法确定权重流程

Fig. 2 Flowchart of Delphi method for determining weight

如图 2 所示,通过专家意见对评价指标的权重进行测评<sup>[13]</sup>,并按大小进行排序。输出的评价指标权重结果如表 2 所示。

表 2 评价指标权重结果

Tab. 2 Evaluation index weight results

评价指标	属性分级	评价值	权重
物种多样性	丰富	5	0.20
	较丰富	3	
	欠佳	1	
水质涵养	高	5	0.32
	一般	3	
	较差	1	
土壤保持	均匀	5	0.13
	一般	3	
	较差	1	
生态效益	高	5	0.60
	一般	3	
	较低	1	
安全效益	高	5	0.40
	一般	3	
	较低	1	

### 1.2.3 基于生态价值的适生植物调查分析

通过实地调查获得现场数据,根据上述评价指标权重计算各项评价指标得分,并在最后进行加权求和处理<sup>[14]</sup>。

结构的平衡方程为:

$$W_i = \sum_{i=1}^n U_i \quad (13)$$

式中: $W_i$ 表示各评价单元在某一评价指标中的评价总分; $U_i$ 为评价单元在评价指标中的得分<sup>[15]</sup>。多因子综合评价结果计算公式如下:

$$W_{all} = \sum_{i=1}^n W_i \times Q_j \quad (14)$$

式中: $j$ 为第  $j$  个评价指标。

## 2 结果与分析

### 2.1 适生植物数据收集

玉田县有价值的野生植物,北部丘陵地有 304 种,分属 70 科 202 属;平原洼地有 261 种,分属 59 科 165 属。按用途分类:饲草植物 120 种,药用植物 217 种,油料植物 39 种,园林植物 37 种,水土保持植物 20 种。此外,有编织、造纸、纤维、栲胶和染料植物。从植物形态来看,常绿灌木较多。

经过实地调查与查阅文献可以得知,玉田县目前适生植物种类主要包括侧柏、榆树、油松、黄栌、臭椿等;适生农作物种类主要包括小麦、棉花、花生、板栗、鲜果等;适生园林植物种类主要包括栾树、牡荆、五叶地锦、紫穗槐、马唐等(图 3)。

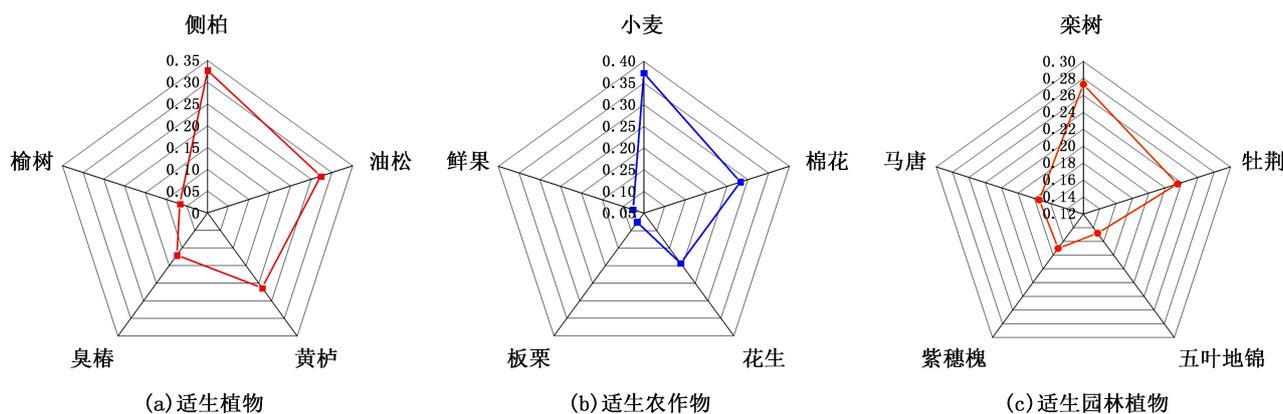


图 3 适生植物资源调查结果

Fig. 3 Investigation results of suitable plant resources

## 2.2 适生植物资源生态价值

### 2.2.1 物种多样性、水质涵养与土壤保持

调查玉田县适生植物资源的物种多样性、水质涵养与土壤保持,得分结果如图 4 所示。

根据图 4,玉田县适生植物资源物种多样性得分最高的为园林植物,最低为农作物。由此可知玉田县目前农作物的生态多样性较低,生态价值较低,应引进或种植更多样的适生农作物。适生植物资源水质涵养得分最高的为园林植物,最低为适生植物,因此应针对水质涵养问题,在水源附近多种植园林植物,维持水质循环。适生植物资源土壤保持得分最低为适生农作物,因此在土壤问题方面,应采取主要种植农作物,四周种植其他植物的方式,保持土壤肥沃度。

### 2.2.2 生态效益与安全效益

分别对玉田县适生植物资源的生态效益与安全

效益进行分析,结果如图 5 所示。

根据图 5,玉田县适生植物资源生态效益得分最高的为适生植物,得分最低为适生农作物;安全效益最高的为适生园林观赏植物,最低为适生农作物。

### 2.3 分区域植物生态价值

分别在各区域选取样本进行生态价值评价,根据土壤情况将玉田县划分为北部、中部、南部。

#### 2.3.1 北部生态价值

根据玉田县北部土壤特点选取五块样本地进行分析,分别编号为 1-1、1-2、1-3、1-4、1-5 号,分析结果如图 6 所示。

由图 6 可见,玉田县北部样本区生态价值物种多样性最高的为 1-1 号,最低为 1-3 号;水质涵养得分最低为 1-1 号,最高为 1-3 号;土壤保持得分最高的为 1-4 号,得分最低为 1-5 号;生态

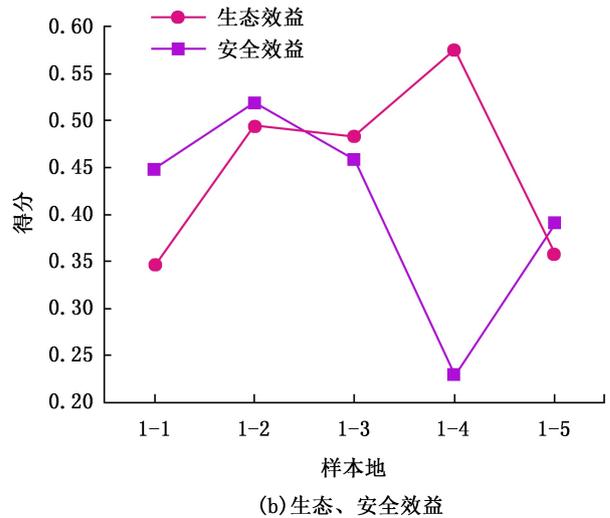
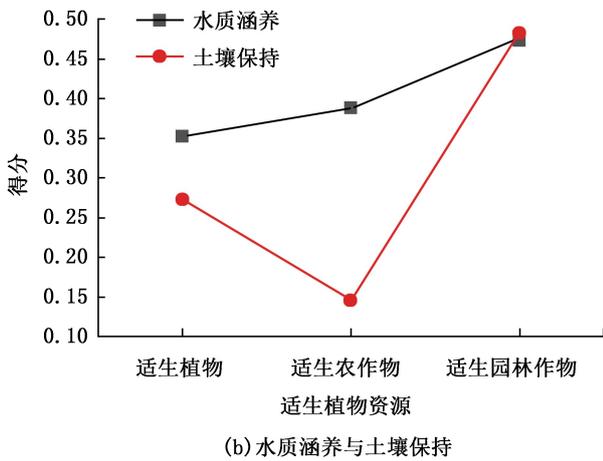
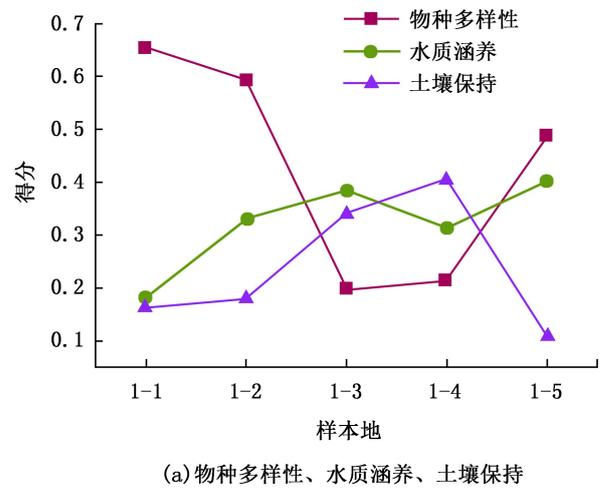
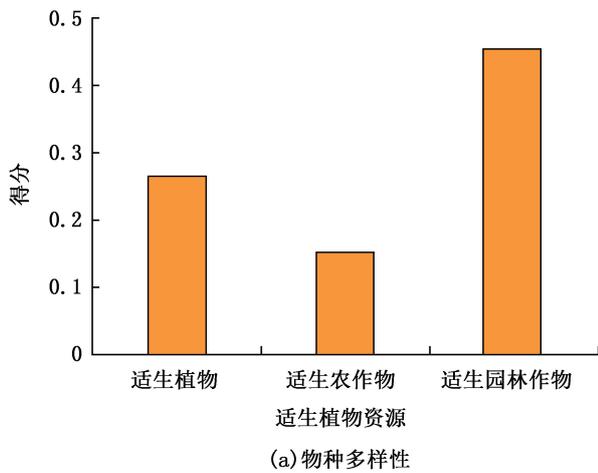


图 4 玉田县适生植物资源评价结果

Fig. 4 Evaluation results of suitable plant resources in Yutian County

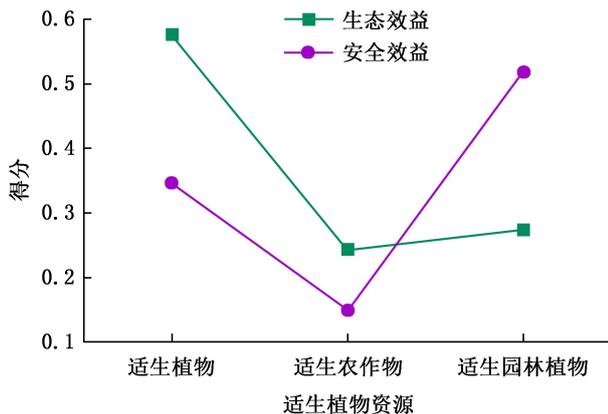


图 5 玉田县适生植物资源生态效益与安全效益评价结果

Fig. 5 Evaluation results of ecological benefits and safety benefits of suitable plant resources in Yutian County

图 6 玉田县北部植物生态价值评价结果

Fig. 6 Evaluation results of plant ecological value in northern Yutian County

效益最高的为 1-4 号,最低的为 1-1 号,安全效益最高的为 1-2 号,最低的为 1-4 号。综合以上分析,北部地区综合得分最高的为 1-1 号,其次为 1-3 号、1-5 号。

### 2.3.2 中部生态价值

根据玉田县中部土壤特点选取五块样本地进行分析,分别编号为 2-1、2-2、2-3、2-4、2-5 号,分析结果如图 7 所示。

由图 7 可见,玉田县中部样本区生态价值物种多样性最高的为 2-2 号,最低的为 2-3 号;水质涵养得分最低的为 2-4 号,最高为 2-2 号;土壤保持得分最高的为 2-4 号,得分最低的为 2-5 号;生态效益最高的为 2-1 号,最低的为 2-5 号;安全效益最高的为 2-5 号,最低的为 2-1 号。综合以上分

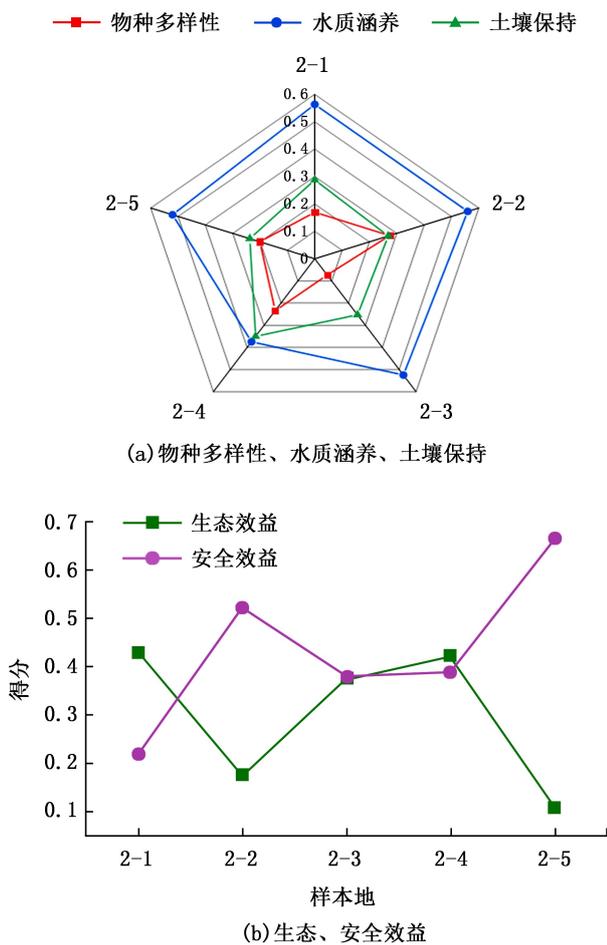


图 7 玉田县中部植物生态价值评价结果

Fig. 7 Evaluation results of plant ecological value in central Yutian County

析,中部地区综合得分最高的为2-2号,其次为2-4号、2-3号。

### 2.3.3 南部生态价值

根据玉田县南部土壤特点选取五块样本地进行分析,分别编号为3-1、3-2、3-3、3-4、3-5号,分析结果如图8所示。

由图8可见,玉田县南部样本区生态价值物种多样性最高的为3-2号,最低的为3-5号;水质涵养得分最低的为3-5号,最高为3-3号;土壤保持得分最高的为3-5号,得分最低的为3-4号;生态效益最高的为3-5号,最低的为3-3号;安全效益最高的为3-3号,最低的为3-5号。综合以上分析,南部地区综合得分最高的为3-2号,其次为3-1号、3-3号。

### 2.4 适生植物配置

根据上述综合分析结果,选取各地前两名的样本地,并根据评价数据计算出的重要值对群落配置

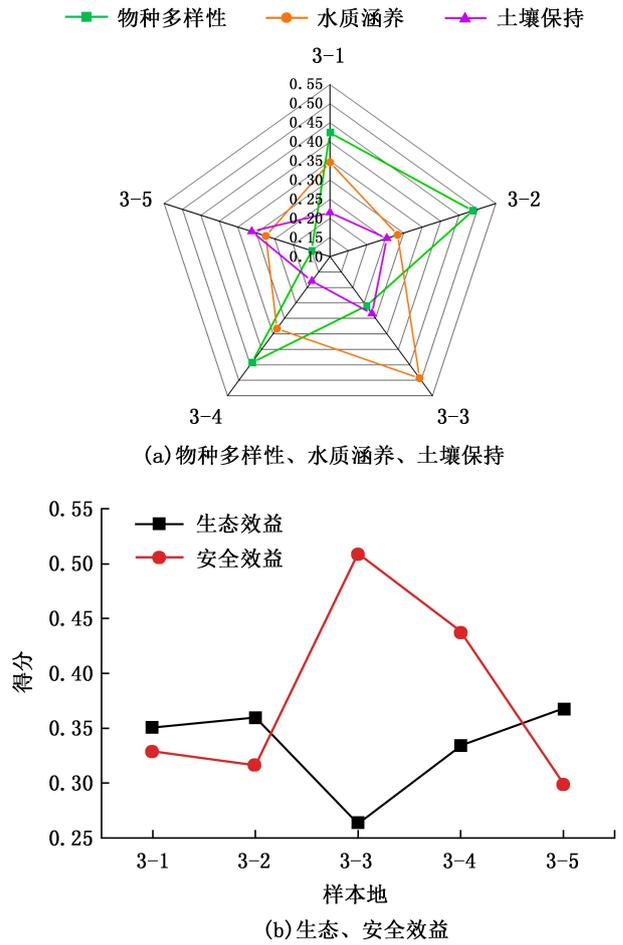


图 8 玉田县南部植物生态价值评价结果

Fig. 8 Evaluation results of plant ecological value in southern Yutian County

模式进行相应的凝练和简化,去除冗余的植物成分,只保留群落的优势种,使得结果更具参考性和应用性。配置结果如表3所示。

表 3 植物资源配置结果

Tab. 3 Plant resource allocation results

样方编号	样本地土壤类型	配置形式		
1-1	褐土丘陵	榆树	黄栌	艾草
1-3	褐土丘陵	油松	紫穗槐	五叶地锦
2-2	平原草甸	紫穗槐	狗尾草	侧柏
2-4	平原草甸	侧柏	构树	栎树
3-1	脱沼泽化潮土	牡荆	油松	马唐
3-3	脱沼泽化潮土	臭椿	油松	栎树

## 3 结论与讨论

对玉田县适生植物资源进行实地调查,并基于

生态系统服务价值对调查数据进行评价,结果表明,玉田县北部褐土丘陵地带应多种植榆树、黄栌、油松等植物;中部平原草甸区域应种植紫穗槐、栾树与侧柏等,植物与园林观赏植物交叉种植;南部脱沼泽化潮土区域应多种植油松、栾树、臭椿等植物,补充种植牡荆等观赏植物。经过不同地区样本调查,得出各个地区适生植物结果,为后续玉田县绿化建设提供建议。不足之处为分析样本地较少,研究结果与真实情况间会有偏差,后续将结合实际情况进一步调查研究。

### 参考文献:

- [1] CHEN X, LI X, ELADAWY A, et al. A multi-dimensional vulnerability assessment of Pingtan Island (China) and Nile Delta (Egypt) using ecological Sensitivity-Resilience-Pressure (SRP) model[J]. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*, 2021, 27(7): 1860-1882.
- [2] 杨斌斌, 于金源, 郭瑞鹏. 辽河流域生态修复问题与对策[J]. *中国水利*, 2021(10): 3.
- [3] SANTOSO D, SYUKUR A, ZULKIFLI L, et al. Development of science teaching materials based on ecological value of mangrove ecosystems as a strategy to improve science literacy of junior high school students on the south coast of east Lombok [J]. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 2022, 8(1): 283-290.
- [4] 靳甜甜, 张云霞, 朱月华, 等. 黄土高原林区生态系统服务价值与景观生态风险时空变化及其关联性——以子午岭区为例[J]. *应用生态学报*, 2021, 32(5): 10.
- [5] ZHANG H, CHEN Y, PANG X. A study on the conversion method based on standard pedestrian equivalent factors at signalized crosswalks in China[J]. *International Journal of Intelligent Transportation Systems Research*, 2022, 20(1): 320-329.
- [6] 家淑珍. 中国西北地区生态系统服务价值的时空变化研究[J]. *山西师范大学学报(自然科学版)*, 2020, 34(4): 7.
- [7] HINNENKAMP V, BALSAA P, SCHMIDT T C. Target, suspect and non-target screening analysis from wastewater treatment plant effluents to drinking water using collision cross section values as additional identification criterion [J]. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 2022, 414(1): 425-438.
- [8] 高伟, 黄石德, 林建丽, 等. 亚热带 3 种森林类型的群落特征与物种多样性的耦合关系[J]. *热带作物学报*, 2021, 42(6): 8.
- [9] ZHAN P, WANG F, XIA P, et al. Assessment of suitable cultivation region for *Panax notoginseng* under different climatic conditions using MaxEnt model and high-performance liquid chromatography in China [J]. *Industrial Crops and Products*, 2022, 176: 114416.
- [10] 史俏焰, 张旺. 山区县域村镇空间开发适宜性评价与功能分区研究[J]. *可持续发展*, 2022, 12(2): 16.
- [11] WANG J, MAN Y, RUAN W, et al. The effect of rhizosphere and the plant species on the degradation of sulfonamides in model constructed wetlands treating synthetic domestic wastewater [J]. *Chemosphere*, 2022, 288: 132487.
- [12] 黄晓磊, 邓友超. 学校活力评价指标体系构建——基于德尔菲法的调查分析[J]. *教育学报*, 2017, 13(1): 23-31.
- [13] SONESON E, BURN A M, ANDERSON J K, et al. Determining stakeholder priorities and core components for school-based identification of mental health difficulties: A Delphi study [J]. *Journal of School Psychology*, 2022, 91: 209-227.
- [14] 陈凤姣. 用层次分析法合理确定基础教学实验室评估指标的权重[J]. *通化师范学院学报*, 2011, 32(8): 9-11.
- [15] SONG Y, HU Z, LI T, et al. Performance evaluation metrics and approaches for target tracking: A survey [J]. *Sensors*, 2022, 22(3): 793.

责任编辑: 刘平书