

中国芒草、龙须草草丛植被地理分布及其斑块特征

张乔华

华北电力大学环境科学与工程学院, 北京

收稿日期: 2025年1月13日; 录用日期: 2025年2月18日; 发布日期: 2025年2月28日

摘要

应用ArcGIS地理信息系统软件, 对科学出版社2001年发行的《中国植被图集(1:1000000)》中的芒草、龙须草草丛植被数据进行矢量化处理, 得到芒草、龙须草草丛植被的斑块信息, 并以此绘制芒草、龙须草草丛植被地理空间分布图, 对我国芒草、龙须草草丛植被的主要分布区域及斑块特征进行研究。结果显示: 我国芒草、龙须草草丛主要分布在陕西, 少量分布于河南、广西、贵州三地, 芒草、龙须草草丛植被总斑块数为109个, 总面积为5146.87 km², 其中芒草、龙须草草丛斑块数为106个, 面积为5030.89 km², 芒草、龙须草草丛 + 龙须草草丛斑块数为3个, 面积为115.98 km², 整体来看各芒草、龙须草草丛群系的斑块形状相对规则。芒草、龙须草草丛斑块面积大小差异较大, 且景观离散程度大。芒草、龙须草草丛 + 龙须草草丛的斑块破碎化程度较高, 且受人类活动影响较大。

关键词

芒草, 龙须草草丛, 地理分布, 斑块特征, 景观生态学

Vegetation Geographical Distribution and Patch Characteristics of *Miscanthus Sinensis*, *Eulaliopsis Binata* Community in China

Qiaohua Zhang

College of Environmental Science and Engineering, North China Electric Power University, Beijing

Received: Jan. 13th, 2025; accepted: Feb. 18th, 2025; published: Feb. 28th, 2025

Abstract

Applying ArcGIS GIS software, we vectorized the data of mangrove and longisongrass tussock

文章引用: 张乔华. 中国芒草、龙须草草丛植被地理分布及其斑块特征[J]. 林业世界, 2025, 14(2): 105-111.
DOI: 10.12677/wjf.2025.142012

vegetation in “China Vegetation Atlas (1:1000000)” issued by Science Press in 2001, obtained the patch information of *Miscanthus sinensis*, *Eulaliopsis binata* community vegetation, and used it to draw the geospatial distribution maps of *Miscanthus sinensis*, *Eulaliopsis binata* community vegetation, and studied the main distribution areas and patch characteristics of China’s *Miscanthus sinensis*, *Eulaliopsis binata* community vegetation. The results showed that China’s *Miscanthus sinensis*, *Eulaliopsis binata* community were mainly distributed in Shaanxi, and a small amount of them were distributed in Henan, Guangxi and Guizhou. The total number of *Miscanthus sinensis*, *Eulaliopsis binata* community vegetation patches is 109, with a total area of 5146.87 km². The number of *Miscanthus sinensis*, *Eulaliopsis binata* community vegetation patches is 106, with an area of 5030.89 km², and the number of *Miscanthus sinensis*, *Eulaliopsis binata* community + *Eulaliopsis binata* community vegetation patches is 3, with an area of 115.98 km². Overall, the shape of patches of each *Miscanthus sinensis*, *Eulaliopsis binata* community group system is relatively regular. The size of the patches of *Miscanthus sinensis*, *Eulaliopsis binata* community varies greatly in size and the degree of landscape dispersion is large, and the patches of *Miscanthus sinensis*, *Eulaliopsis binata* community + *Eulaliopsis binata* community have a higher degree of fragmentation and are more affected by human activities.

Keywords

Miscanthus Sinensis, *Eulaliopsis Binata* Community, Geographical Distribution, Patch Characteristics, Landscape Ecology

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

芒草(*Miscanthus sinensis*)、龙须草(*Eulaliopsis binata*)都为禾本科(Poaceae)草本植物[1], 芒草、龙须草草丛的主要生长区域为亚热带及热带地区, 群落较为茂密, 草层覆盖度可达 60%~70%, 伴生种因地而异[2]。芒草是芒属植物的统称, 全属共 4 组 17 种, 原产于东亚地区, 现广泛分布在东南亚至太平洋岛屿附近[3] [4]。龙须草为拟金茅属植物, 目前在中国、日本、中南半岛、印度、阿富汗等亚洲国家及地区都有分布。

芒草作为一种多年生草本 C4 植物, 灰分低, 热值少, 被视为是目前最有发展潜力的高产型纤维类能源作物之一[5]。作为一种高产物种, 芒草可以产生大量的生物质, 不仅可以用于生产生物燃料和其他生物基化学品, 还可以用于制造纸浆和纤维产品[6]。虽然芒草大多生长于热带、亚热带地区, 但该作物在低温条件下具有良好的光合作用, 在少量施氮条件下也能获得高产。此外, 芒草在污染场地的修复中也显示出显著的潜力, 在受重金属、有机化合物以及农药污染的土壤中, 可以自然生长[7]。

龙须草是多年生宿根性纤维植物[8], 大多生长在向阳的山坡上, 原生于广东、云南等地山区, 目前在我国陕西、河南、四川、贵州、广西等地都有分布。龙须草具备木质素含量较低、纤维素含量高的特性, 其纤维不仅细长, 还质地坚韧, 在加工过程中, 龙须草展现出易于成浆、便于漂白的优势, 是一种极为优良的纤维植物, 常被广泛应用于造纸原料与编织材料领域[9]。龙须草的根系极为发达, 能够有效地保持地表长期处于稳定状态, 在水土保持方面发挥着重要功效。鉴于其种植技术简便易行、生长速度迅猛、草层覆盖度较大等诸多显著特点, 在荒山生态系统的植被恢复与重建进程中, 龙须草常常成为优势种和建群种。

空间斑块性是景观格局中最为普遍的呈现形式[10]。就某一景观要素里的单个斑块而言,其特征主要体现于斑块的形状与大小。在景观之中,斑块面积的大小、数量以及形状,不但会对各类生态学过程施加影响,同时也是决定生物多样性的关键因素之一[11]。斑块面积的大小会对物种的分布格局以及生态系统的生产力水平产生影响,还会影响能量与养分在生态系统中的分布。通常情况下,斑块面积越大,其所能承载的物种多样性也就越高。斑块数目的变化,对生物多样性的影响主要体现在生物栖息地数量的增减上,每减少一个斑块,就会减少一个栖息地。斑块的形状,对于生态学过程有着至关重要的影响,形状紧密的斑块,在能量、养分的储存以及生物的庇护方面具有显著优势,而形状较为松散的斑块,则更易于推动自身与周围环境在物质、能量以及生物等方面的流动。然而,由于斑块形状变化繁杂,难以做到精准且直接的测量。因此,在研究中为了更好地量化斑块形状,从而深入了解植被的分布及变化情况,一般会采用多种指数来对其进行描述。

本文利用 ArcGIS 软件,将《中国植被图集(1:100 万)》中芒草、龙须草草丛及芒草、龙须草草丛 + 龙须草草丛的群系数数据矢量化、栅格化,对中国芒草、龙须草草丛的景观斑块形状及空间分布格局进行计算分析,以便更好的揭示芒草、龙须草草丛植被的分布及变化情况,为后续以植被景观为切入点,深入研究生态环境动态变化过程,提供详实且具有针对性的植被数据基础与理论指引。从而能够更科学地规划保护区域,优化利用方式,确保芒草、龙须草草丛植被在生态系统中持续发挥重要作用,维持生态平衡。

2. 研究方法

2.1. 数据来源和分析方法

植被数据采用科学出版社 2001 年出版的《中国植被图集(1:100 万)》中提取的芒草、龙须草草丛及茅草、龙须草草丛 + 龙须草草丛的群系数数据。使 ArcGIS 软件,对数据开展空间配准操作,并进行矢量化和栅格化处理。基于上述处理结果,针对中国芒草与龙须草草丛的空间分布格局展开深入分析与研究,主要研究内容如下:

- (1) 对芒草、龙须草草丛的地理分布位置进行分析,绘制空间分布图。
- (2) 对芒草、龙须草草丛的斑块特征及斑块形状进行统计分析,对其景观格局进行研究。

2.2. 计算方法

2.2.1. 芒草、龙须草草丛植被斑块特征计算方法

芒草、龙须草草丛植被斑块平均面积(S)计算公式如下:

$$S = A/n \quad (1)$$

式中: A ——芒草、龙须草草丛植被总面积;

n ——芒草、龙须草草丛植被斑块数。

芒草、龙须草草丛植被斑块边缘密度(ED)计算公式如下:

$$ED = P/A \quad (2)$$

式中: P ——芒草、龙须草草丛植被斑块边缘长度;

A ——芒草、龙须草草丛植被总面积。

斑块密度计算公式如下:

$$PD = n/A \quad (3)$$

式中: PD ——芒草、龙须草草丛植被斑块密度;

n ——芒草、龙须草草丛植被斑块数；

A ——芒草、龙须草草丛植被总面积。

斑块面积极差计算公式如下：

$$RA = X_{\max} - X_{\min} \quad (4)$$

式中： $X_{\max}$ ——芒草、龙须草草丛植被斑块面积最大值；

$X_{\min}$ ——芒草、龙须草草丛植被斑块面积最小值。

变异系数计算公式如下：

$$CV = SD/S \quad (5)$$

式中： SD ——芒草、龙须草草丛植被斑块面积标准差；

S ——芒草、龙须草草丛植被斑块平均面积。

2.2.2. 斑块形状指数计算方法

斑块圆环度指数计测公式如下：

$$C_i = P_i / A_i \quad (6)$$

式中： A_i ——第 i 类芒草、龙须草草丛植被斑块的面积；

P_i ——第 i 类芒草、龙须草草丛植被斑块中第 i 个斑块的周长。

斑块圆环度指数(C_i)可以表征斑块的边界效应，随着斑块面积的增大，单位面积内的斑块数目减少，斑块的形态也随之变得疏松，斑块的变异系数越大，景观离散程度越高，表明景观在空间分布上的不均匀性和破碎化程度更为显著。

斑块扩展度指数计测公式如下：

$$D_i = \frac{P_i}{2\sqrt{\pi A_i}} \quad (7)$$

式中 A_i 、 P_i 字母含义同斑块圆环度指数计测公式。

斑块扩展度指数(D_i)代表芒草、龙须草草丛斑块形状与圆形相差的程度，当斑块呈现为标准圆形时，该指数值为 1。随着指数值不断增大，草丛斑块的形状与圆形的差异愈发明显，其斑块形状也越趋于不规则。

斑块方形指数计测公式如下：

$$S_i = \frac{0.25P_i}{\sqrt{A_i}} \quad (8)$$

式中 A_i 、 P_i 字母含义同斑块圆环度指数计测公式。斑块方形指数(S_i)代表芒草、龙须草草丛斑块形状与圆形相差的程度，该指数最小值为 1。当指数值越接近于 1 时，意味着草丛斑块的形状与正方形越相似，呈现出较为规整的方形轮廓。随着指数值逐渐增大，斑块的形状与正方形的差异就会越来越大，变成偏离正方形，形态逐渐拉长的形状。

3. 结果与分析

3.1. 芒草、龙须草草丛的空间分布特征

如图 1 所示，我国现有的芒草、龙须草草丛植被空间分布以河南省南阳市为东界，经度约为 $111^{\circ}9'E$ ，以陕西省汉中市为西界，经度约为 $107^{\circ}10'W$ ；以陕西省商洛市为北界，纬度约为 $33^{\circ}48'N$ ，以广西壮族自治区

治区河池市为南界，纬度约为 23°57'S。其中，在陕西境内斑块分布最多，数量为 105 个，在河南境内有 2 个斑块分布，在贵州、广西境内斑块分布最少，两省数量均为 1 个。从地形地貌上分析，现存芒草、龙须草草丛在陕西省、河南省主要分布在汉江流域；在贵州省主要分布在柳江流域；在广西省主要分布在红水河流域。其中芒草、龙须草草丛有 106 个斑块，芒草、龙须草草丛 + 龙须草草丛有 3 个斑块。

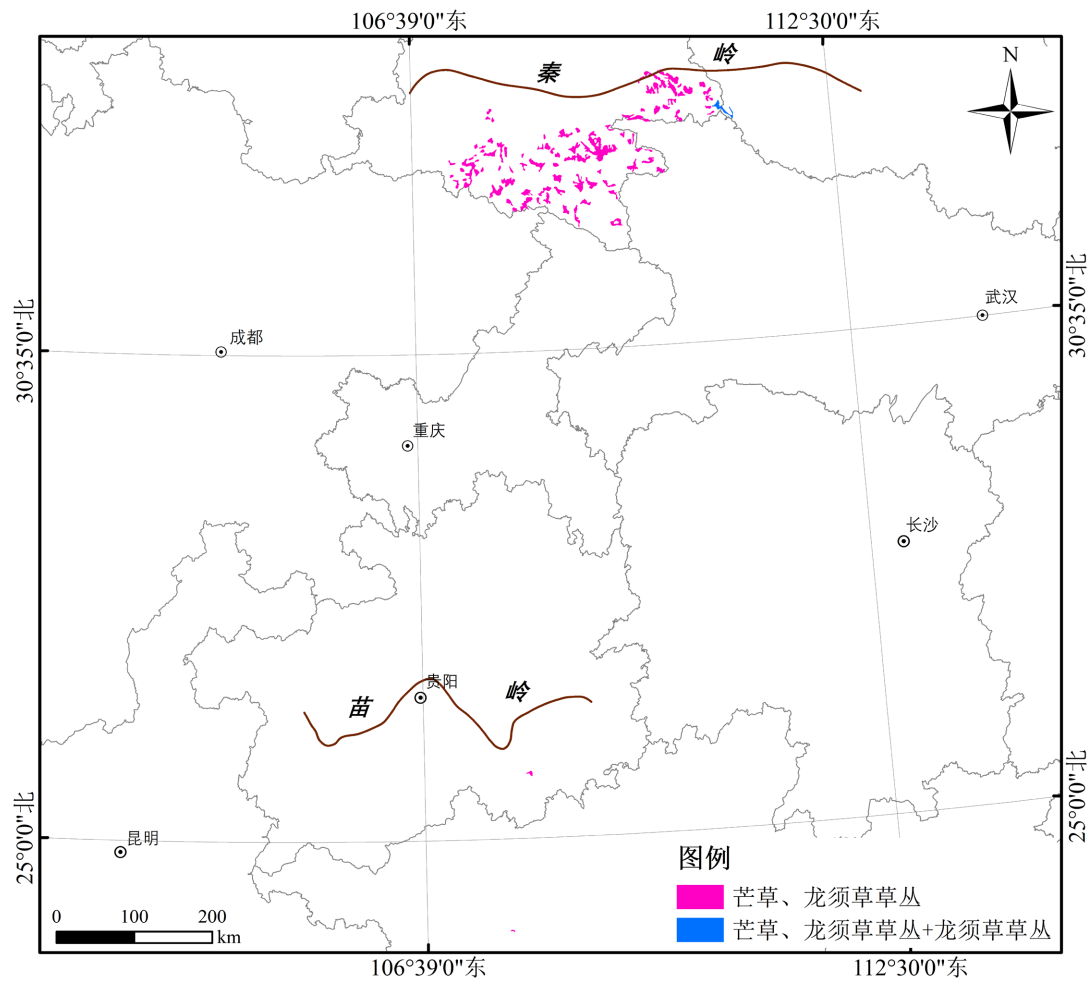


Figure 1. Geographical distribution of vegetation in the *Miscanthus sinensis* and *Eulaliopsis binata*
图 1. 芒草、龙须草草丛植被地理分布图

由表 1 可知，我国芒草、龙须草草丛的总面积约为 5146.87 km²；其中，陕西省分布面积最广，分布面积约为 5057.24 km²，约占我国芒草、龙须草草丛总面积的 98.26%；其他省份分布面积均较少，分别为河南省分布面积 53.74 km²，贵州省 27.47 km²，广西省分布面积 8.43 km²。芒草、龙须草草丛群系的分布面积较广，面积为 5030.89 km²，芒草、龙须草草丛 + 龙须草草丛分布面积较小，仅有 115.98 km²。

Table 1. Vegetation types and area distribution of *Miscanthus sinensis* and *Eulaliopsis binata* (km²)
表 1. 芒草、龙须草草丛植被类型和面积分布表(km²)

植被类型	陕西	贵州	广西	河南
芒草、龙须草草丛	4994.99	27.47	8.43	0
芒草、龙须草草丛 + 龙须草草丛	62.25	0	0	53.74

3.2. 芒草、龙须草草丛的斑块特征

斑块平均面积(S)反映了该类景观类型斑块大小的平均水平，主要用于衡量景观破碎度，S 值越小，表明景观的破碎程度越高。斑块密度(PD)可以展现景观整体的异质性与破碎度，以及景观单位面积的异质性，密度越高，表示斑块越小且越分散。斑块边缘密度(ED)体现了景观被边界分割的程度，该数值越大，意味着边缘效应越显著，同时也表明景观受人为因素的影响越大。斑块面积极差(RA)反映了斑块面积大小的差异情况，极差越大说明斑块面积差异越大。斑块的变异系数(CV)是衡量景观离散程度的一个重要指标，变异系数越大说明景观的离散程度也就越大。对我国芒草、龙须草草丛植被的斑块特征进行计算分析，结果见表 2。

Table 2. Vegetation patch characteristics of *Miscanthus sinensis* and *Eulaliopsis binata*
表 2. 芒草、龙须草草丛植被斑块特征

类型	斑块数	总面积 (km ²)	S (km ²)	最小面积 (km ²)	最大面积 (km ²)	PD (个/km ²)	ED (m/km ²)	面积极差 (km ²)	面积 标准差	变异 系数(%)
芒草、龙须草草丛	106	5030.89	47.46	5.42	256.28	0.021	796.11	47.28	40.47	85.26
芒草、龙须草草丛 + 龙须草草丛	3	115.98	38.66	25.40	62.25	0.026	1007.56	2.45	16.72	43.25

由表 2 可以看出，芒草、龙须草草丛植被斑块距离较大，且斑块面积分布不均衡，最大斑块面积是最小斑块面积的 50 倍，斑块面积最大的出现在芒草、龙须草草丛中，面积为 256.28 km²，斑块面积最小的也出现在芒草、龙须草草丛中，面积为 5.42 km²。其中芒草、龙须草草丛斑块数为 106 个，总面积占比 97.75%，芒草、龙须草草丛 + 龙须草草丛斑块数为 3 个，总面积占比 2.25%。相较于芒草、龙须草草丛，芒草、龙须草草丛 + 龙须草草丛的 S 更小，PD 更大，说明芒草、龙须草草丛 + 龙须草草丛的斑块破碎化程度较高；且其 ED 也高于芒草、龙须草草丛，说明其破碎分化程度深受人类活动的影响，这一情况致使该区域难以保存能量与养分，同时对生物的生存与繁衍也产生了不利影响。而芒草、龙须草草丛的 RA 接近于芒草、龙须草草丛+龙须草草丛 RA 的 20 倍，说明芒草、龙须草草丛的斑块大小差别极大；芒草、龙须草草丛的变异系数更是高达 85.26%，说明其景观离散程度大。

3.3. 白茅草丛的斑块形状的指数分析

用圆环度指数(C)、扩展度指数(D)和斑块方形指数(S)对我国芒草、龙须草草丛植被的每个斑块计算形状指数，取各个类型所有斑块的指数的平均值，结果可见图 2。

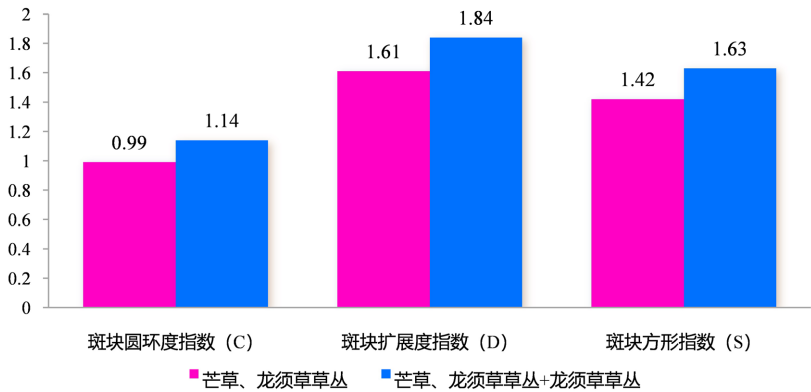


Figure 2. The average value of vegetation patch shape index of *Miscanthus sinensis* and *Eulaliopsis binata*
图 2. 芒草、龙须草草丛植被斑块形状指数平均值

由图 2 可以得出, 芒草、龙须草草丛的 C 值非常接近于 1, 表明其边界相对较少, 与外界的物质、能量交换不活跃, 较为稳定; 而芒草、龙须草草丛 + 龙须草草丛的 C 值较大, 说明其相对于芒草、龙须草草而言边界较多, 与外界的物质、能量交换较为活跃, 但其 C 值也接近于 1, 与芒草、龙须草草丛的边界率相差不大。芒草、龙须草草丛植被的 D 值是将植被斑块形状与圆形进行比较, S 值是将植被斑块形状与正方形进行比较。在面积相同的情况下, 相较于正方形和圆形这类等径斑块, 其他不规则斑块的边缘部分相对较多, 内部空间相对较小。因此, 不规则斑块与外界物质、能量的交换更为活跃。芒草、龙须草草丛 + 龙须草草丛的 D 值和 S 值虽然都大于芒草、龙须草草丛, 但也接近于 1, 说明其形状较为规则。芒草、龙须草草丛的 D 值和 S 值都低于芒草、龙须草草丛 + 龙须草草丛, 说明其形状更为规则, 与扩展度指数计算结果一致。综上可得, 芒草、龙须草草丛无论是圆环度指数还是扩展度、方形指数都未超过 2, 植被景观斑块形状较为规则, 表明其景观异质性较小。

4. 总结

本文利用 GIS 技术与景观生态学相结合的方法, 从空间分布及斑块特征对芒草、龙须草草丛植被进行了详细分析, 研究结果显示: 从空间分布来看, 我国芒草、龙须草草丛植被空间分布在四个省份, 分别是陕西省、河南省、贵州省、广西省。陕西斑块分布最多, 为 105 个, 河南 2 个, 贵州和广西各 1 个。其中, 芒草、龙须草草丛斑块 106 个, 芒草、龙须草草丛 + 龙须草草丛斑块 3 个。总面积约 5146.87 km², 陕西占比 98.26%。从斑块特征来看, 芒草、龙须草草丛斑块面积分布不均, 且植被斑块距离较大。相较于芒草、龙须草草丛, 芒草、龙须草草丛 + 龙须草草丛破碎化程度高, 受人类活动影响大, 不利能量养分保存及生物生存繁衍。从形状来看, 芒草、龙须草草丛形状更规则, 景观异质性小。

参考文献

- [1] 吴征镒. 中国植物志[M]. 北京: 科学出版社, 2004.
- [2] 张新时. 中国植被及其地理格局: 中华人民共和国植被图(1:100 0000)说明书[M]. 北京: 地质出版社, 2007.
- [3] 胡婷春, 熊兴耀. 新型能源植物——芒的研究进展[J]. 农产品加工(学刊), 2010(5): 23-26.
- [4] 徐泽荣, 杨林. 四川的芒草资源及其开发利用前景[J]. 草业与畜牧, 2009(9): 22-27+54.
- [5] 孙峰, 王栋, 袁建等. 芒草的研究进展以及研究价值[J]. 河南农业, 2017(11): 48-49.
- [6] Zhao, A.Q., Gao, L.Y., Chen, B.Q., et al. (2019) Phytoremediation Potential of *Miscanthus sinensis* for Mercury-Polluted Sites and Its Impacts on Soil Microbial Community. *Environmental Science and Pollution Research*, **34**, 34818-34829. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-06563-3>
- [7] Malik, A.S., Boyko, O., Atkar, N. and Young, W.F. (2001) A Comparative Study of MR Imaging Profile of Titanium Pedicle Screws. *Acta Radiologica*, **42**, 291-293. <https://doi.org/10.1080/028418501127346846>
- [8] 刘亮. 论禾本科黍亚科的系统分类与演化[J]. 植物分类学报, 1988, 26(1): 11-28.
- [9] 刘金祥, 张涛. 龙须草的利用现状及研究进展[J]. 湛江师范学院学报, 2013, 34(3): 94-97.
- [10] 邬建国. 景观生态学: 格局, 过程, 尺度与等级[M]. 北京: 高等教育出版社, 2007.
- [11] 邬建国, 李百炼, 伍业刚. 缀块性和缀块动态的概念与机制[J]. 生态学杂志, 1992, 11(4): 41-45.