

南昌市中心城区道路绿地植物功能性状特征和物种多样性研究

罗燕敏 陈金亮 陈诺 李修竹 罗雪琪

南昌市城市规划设计研究总院集团有限公司

摘要：城市道路绿地在实现生态文明建设和国家“碳达峰、碳中和”战略中具有关键作用。本研究以南昌市中心道路绿地植物为对象，通过系统性分析不同群落的物种多样性，采用Shannon-wiener指数和Simpson指数分析乔木、灌木和整体群落的多样性。发现固氮植物较缺乏，某些林型的物种多样性突出，主干道和快速路植物丰富，支路多样性低。此研究为南昌市道路绿地植物配置优化提供了依据。

关键词：道路绿地；功能性状；物种多样性；南昌
【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.19.111

引言

随着全球生境和气候变化，生物多样性在生态稳定性中的重要性日益凸显。城市绿地的科学规划已成为关注焦点，以维护环境、保护生物多样性，实现生态效益最大化。由于不合理利用和气候变化，植物群落的稳定性呈现退化趋势^[1]。城市道路绿地虽环境恶劣、管理难，但覆盖面广、功能显著、生态效益高，对实现国家战略目标如“碳达峰、碳中和”具有重要作用。但中国城市道路绿化存在问题如树种单一、覆盖率低^[2]。南昌市的道路绿地研究具有重要意义，对城市保护和可持续管理关键。植物多样性分解为功能性状特征和物种多样性，前者影响植物存活、生长和繁殖^[3, 4]，后者涵盖物种对环境适应性，是进化机制的重要产物^[5]。

一、研究对象与调研范围

(一) 研究对象

南昌市位于东经115° 27' 至116° 35'、北纬28° 09' 至29° 11' 之间，总面积为7402.36平方公里。南昌全境以平原为主，东南平坦，西北丘陵起伏，最具代表性的地带性植被类型为亚热带常绿阔叶林^[6]。本研究以南昌市中心城区道路绿地中的植物为具体的研究对象。将植物群落依据不同干扰程度、不同植被类型和不同道路绿地类型进行系统性分类：

表1 南昌市中心城区道路绿地植物分类标准

不同干扰程度	不同植被类型	不同道路绿地类型
<ul style="list-style-type: none"> • 半自然型 • 人工型 	<ul style="list-style-type: none"> • 针叶阔叶混交林 • 落叶阔叶林 • 常绿阔叶林 • 常绿落叶阔叶混交林 • 疏林 	<ul style="list-style-type: none"> • 城市快速路 • 主干道 • 次干道 • 支路

来源：作者自制

(二) 调研范围

在全面勘察的基础上，以南昌市中心城区地图、谷歌地图网络电子版、项目组原有的项目资源和野外调研相关基础资料为基础，进行进一步的针对性实地调

研。野外调查于2021年9月到10月进行，采用标准样地法，对于木本植物采用标准木调查法。调查共设置样地36个，样点108个，样方324个（图1）。样地在中心城区所属的6个行政区内分别抽取2条主干道（包括快速路）、2条次干道和2条支路。每个样地（及道路）的前、中、后3段各作为1个样点。每个样点内分别包含1个乔木植物样方、1个灌木植物样方和3个草本植物样方。其中，半自然生境样点9个，乔木样方9个；人工生境设置样点99个，乔木样方99个。乔木样方大小为10m×10m矩形框，然后在每个乔木样方内随机选择1个5m×5m小样方作为灌木样方，最后每个5m×5m灌木样方内随机选取3个不重叠的1m×1m草本样方。

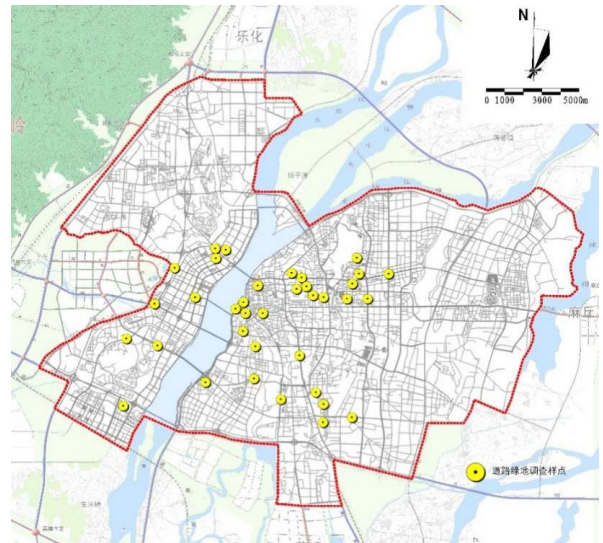


图1 南昌市中心城区道路绿地植物调查样点地理空间分布

二、研究方法

(一) 植物功能性状特征的选择

从植物的个体性状特征和繁殖特征出发，共选取9个二级植物功能性状（表2），包括：生活型（growth form）、植株高度（plant height）、种子的扩散方（seed dispersal）、叶质（leaf quality）、固氮类型（nitrogen fixing）、传粉方式（pollination）、花期（flowering time）、果期（fruit period）和果实类型。

(二) 物种多样性的数理分析

(1) 物种组成

重要值（importance value）表征该物种在群落中的优势程度，其计算方法如下：

$$① \text{重要值} = (\text{相对多度} + \text{相对盖度} + \text{相对频度}) / 300$$

$$② \text{相对多度} = (\text{该物种的株数} / \text{全部种的株数}) \times 100 (\%)$$

表2 植物功能性状特征类型

分类依据	功能性状特征类型	功能特征	表征的生理生态功能
整体特征	生活型	草本、灌木、乔木	对外界环境的适应能力和物种间的竞争能力，植物的生长速率和对干扰的响应 ^{[7][8]}
	植株高度	以米为单位	竞争力，物种对环境的适应能力 ^[9] 、对资源的利用速度和资源的竞争能力 ^[10]
光合器官：叶	叶质	纸质、革质、肉质、膜质	竞争能力，对环境的适应能力 ^[10]
	叶色	常绿阔叶、常绿针叶、落叶+叶片特殊颜色	光合作用、抗氧化和观赏价值
营养器官：根	固氮类型	固氮、不固氮	氮的利用，生态系统的恢复和抵抗能力 ^[11]
	传粉方式	风媒、虫媒	对环境的适应能力 ^{[8][10]}
生殖器官：花	花期	1-12月不同月份	竞争能力，对环境的适应能力 ^{[8][10]}
	花色	花朵颜色	传粉途径、抗逆性能力和观赏价值
生殖器官：果	种子的扩散方式	自动散播、风力散播、动物散播	空间和时间上的扩散能力 ^[8]
	果期	1-12月不同月份	竞争能力，对环境的适应能力 ^{[8][10]}
	果实类型	闭果、裂果、肉质果	资源的利用速率 ^[12]

③ 相对盖度 = (该物种的盖度 / 全部种的盖度) × 100 (%)

④ 相对频度 = (该物种的频度 / 全部种的频度) × 100 (%)

(2) 物种多样性指数的计算

为了避免选取单一指数的不足，在计算群落物种多样性时，本研究选取2个常用的物种多样性指数进行分析，分别为辛普森指数 (Simpson) D和香浓-威纳指数 (Shannon-Wiener) H:

Simpson多样性指数 (D)

$$D = 1 - \sum_{i=1}^S P_i^2$$

Shannon-Wiener指数 (H)

$$H = - \sum_{i=1}^S P_i \ln P_i$$

其中， P_i 为第*i*种的相对多度， $P_i = N_i/N$ ， N 为全部物种的总数， N_i 为第*i*个物种的个体数， S 为物种数^[13]。

三、道路绿地植物的组成特征

(一) 物种分布概况

根据《南昌市园林树木手册》的研究结果，以及项目组多年对南昌市中心城区植物群落设计与研究的基础资料，本研究系统地整理了南昌市中心城区道路绿地植物组成与分布特点。经统计，共有裸子植物4科6

属7种，被子植物67科101属142种。被子植物中双子叶植物有59科88属125种，单子叶植物有8科14属17种。

(二) 功能性状占比特征

固氮植物在南昌市中心城区绿地中较少，占草本4.65%，灌木0%，乔木9.84%。传粉主要依赖虫媒，种子扩散主要由动物传播，灌木缺少风力传播类型。叶片主要为纸质和革质，灌木缺少肉质叶片。花期和果期主要集中在5-12月，乔木花期均匀分布。果实类型中，草本以裂果和闭果为主，灌木和乔木主要为肉质果和裂果。观赏方面，草本和灌木叶色以常绿为主，乔木以落叶为主，花色分布各有特点。方差分析显示，三类生活型植物性状在0.05水平上有显著差异，这些差异主要由植物的不同生活型造成。

四、道路绿地植物的物种多样性分析

(一) 不同干扰程度的物种多样性

不同干扰程度下的植物群落物种多样性有差异。整体上，半自然型植物群落的Simpson指数和Shannon-wiener指数均大于人工型，显示其物种不确定性和异质性略高。半自然型植物受人为干扰较小，物种丰富，部分保留了自然群落特征，例如包括无患子、榔榆等自然种，因此其物种多样性大于人工型。人工型植物群落则由城市绿地规划形成，受人为审美影响，物种选择较单一，强调景观结构，但不能完全实现优化群落结构和生态效益最大化 (表3)。

表3 不同干扰程度下植物群落的物种多样性分析

	乔木层		灌木层		整体	
	D指数	H指数	D指数	H指数	D指数	H指数
半自然型	0.32±0.13	0.57±0.46	0.43±0.03	0.72±0.10	0.58±0.06	1.29±0.66
人工型	0.35±0.08	0.61±0.35	0.41±0.22	0.64±0.39	0.54±0.10	1.16±0.36

(二) 不同植被类型的物种多样性

在不同植被类型中，植物群落的物种多样性差异明显。Simpson指数由大到小排序为：常绿落叶阔叶混交林、常绿阔叶林、针叶阔叶混交林、落叶阔叶林、疏林；Shannon-wiener指数排序则有所不同。综合两个指数，常绿落叶阔叶混交林的物种多样性最

大，针叶阔叶混交林和落叶阔叶林也较为突出。针叶阔叶混交林常用于观赏，落叶阔叶林集中在城区外围，常见植物配置有香樟、枫杨、朴树、黄山栾树等组合 (表4)。

(三) 不同道路绿地类型的物种多样性

在不同道路绿地类型的植物群落中，Shannon-

表4 不同植被类型植物群落的物种多样性分析

	乔木层		灌木层		整体	
	D指数	H指数	D指数	H指数	D指数	H指数
针叶阔叶混交林	0.41±0.06	0.69±0.22	0.36±0.04	0.59±0.12	0.43±0.06	1.37±0.78
落叶阔叶林	0.34±0.18	0.91±0.03	1.07±0.36	1.70±0.06	0.33±0.04	1.19±0.77
常绿阔叶林	0.19±0.06	0.28±0.15	0.29±0.07	0.47±0.20	0.55±0.07	0.93±0.21
常绿落叶阔叶混交林	0.43±0.08	0.83±0.35	0.38±0.10	0.57±0.30	0.57±0.10	1.09±1.05
疏林	0.00±0.00	0.00±0.00	0.61±0.27	1.32±0.00	0.30±0.22	0.66±0.53

wiener指数由高到低为：主干道、城市快速路、次干道、支路；Simpson指数则为：城市快速路、主干道、次干道、支路。支路的两项指数最小，因其植物群落组成单一，多为均匀分布的乔木。主干道和城市快速路的指数较高，反映其植物群落构成丰富，乔木、灌木和草本植物得到了充分运用（表5）。

表5 不同道路绿地类型植物群落的物种多样性分析

	乔木层		灌木层		整体	
	D指数	H指数	D指数	H指数	D指数	H指数
城市快速路	0.33±0.06	0.51±0.17	0.44±0.15	0.65±0.32	0.59±0.16	1.12±0.27
主干道	0.30±0.09	0.60±0.02	0.42±0.08	0.84±0.04	0.49±0.10	1.17±0.57
次干道	0.42±0.07	0.62±0.18	0.37±0.06	0.59±0.19	0.48±0.08	1.09±0.63
支路	0.00±0.00	0.00±0.00	0.33±0.16	0.65±0.38	0.44±0.04	0.87±0.35

五、总结与展望

本研究针对南昌市中心城区道路绿地植物，分析了不同群落下的物种多样性和功能性状。发现：（1）植物的功能性状特征：固氮植物适应低水分、高温环境，占比较低，需引入更多；传粉、种子扩散主要由虫媒和动物传播；叶质以纸质、革质为主，灌木缺肉质叶片，需引入革质叶片植物；花期、果期集中在特定月份，果实类型各有特点。（2）物种多样性方面：半自然型道路绿地植物多样性略高于人工型，但乔木植物相反；常绿落叶阔叶混交林、针叶阔叶混交林、落叶阔叶林物种多样性突出；主、次干道植物群落丰富，支路多样性较低。

本研究初步分析了南昌市道路绿地植物的物种组成，但未涉及功能多样性。功能多样性与物种多样性的关系对探索物种间功能互补和冗余具有重要意义。未来研究应纳入功能多样性的讨论，深入探索这两者间的关系。

参考文献

[1]李慧. 重庆主城区不同植物群落组成种的功能多样性研究[D]. 西南大学, 2017.
 [2]韩轶华, 刘艳红. 基于综合评价指数法的城市道路绿化植物景观配置评价研究—以运城市盐湖区为例[J]. 林业调查规划, 2019, 44 (3): 213-219.
 [3]Ackerly D D. Community assembly, niche conservatism, and adaptive evolution in changing environments[J]. International Journal of Plant Sciences, 2003, 164 (S3): S165-S184.
 [4]孙梅, 田昆, 张贇, 等. 植物叶片功能性状及其环境适应研究[J]. 植物科学学报, 2017, 35 (6): 940-949.
 [5]李博. 生态学[M]. 北京: 高等教育出版, 2004. 340-341.
 [6]冯玮. 南昌市新旧城区道路绿地植物多样性分析

[D]. 江西财经大学, 2016.
 [7]Kahmen S, Poschlod P. Effects of grassland management on plant functional trait composition[J]. Agriculture, Ecosystems & Environment, 2008, 128 (3): 137-145.
 [8]Purschke O, Schmid B C, Sykes M T, et al. Contrasting changes in taxonomic, phylogenetic and functional diversity during a long-term succession: insights into assembly processes[J]. Journal of Ecology, 2013, 101 (4): 857-866.
 [9]Zhang J T, Li M, Nie E. Pattern of functional diversity along an altitudinal gradient in the Baihua Mountain Reserve of Beijing, China[J]. Brazilian Journal of Botany, 2014, 37 (1): 37-45.
 [10]Venn S E, Green K, Pickering C M, et al. Using plant functional traits to explain community composition across a strong environmental filter in Australian alpine snow patches[J]. Plant Ecology, 2011, 212 (9): 1491-1499.
 [11]Sterk M, Gort G, Klimkowska A, et al. Assess ecosystem resilience: Linking response and effect traits to environmental variability[J]. Ecological indicators, 2013, 30: 21-27.
 [12]Flynn D F B, Gogol-Prokurat M, Nogeire T, et al. Loss of functional diversity under land use intensification across multiple taxa[J]. Ecology letters, 2009, 12 (1): 22-33.
 [13]卜文圣, 臧润国, 丁易, 等. 海南岛热带低地雨林群落水平植物功能性状与环境因子相关性随演替阶段的变化[J]. 生物多样性, 2013, 21 (3): 278.