

DOI: 10.13718/j.cnki.xdzk.2022.05.024

# 基于 AHP 法的武汉市应急医疗 设施选址评价研究

李帅, 唐洁芳, 王鹏飞

河南农业大学 风景园林与艺术学院, 郑州 450002

**摘要:** 利用城市绿地的防灾避险功能可在一定程度上解决应急医疗设施的选址问题, 其中郊野公园与后者具有较高的契合度。基于应急医疗设施的选址要求, 利用德尔斐法和层次分析法, 通过对郊野公园的类型、有效避险面积、空间破碎度、离水源地距离、所处风向、离城市距离、水文地质和交通时长等 8 项影响因子的量化, 对《武汉市疫后重振规划(三年行动规划)》上的 80 座郊野公园进行综合比较, 结果显示 80 座郊野公园的优劣程度呈高斯分布, 其中将军山森林公园的综合得分最高, 各项影响因子得分分布最为均衡, 兼顾远离人群、远离水源、避开城市上风区、易于建设、可拓展性强等特征, 是较为理想的应急医疗设施建设目标地。此外姚家山郊野公园、素山寺森林公园和锦里沟郊野公园综合得分较高, 也可作为应急预案备选目标地。评分结果反向论证了该评价方法区分度显著, 严度较高, 效度适中, 可以为基于应急医疗设施选址的郊野公园评价提供参考依据。

**关键词:** 应急医疗设施; 郊野公园; 层次分析法(AHP);  
设施选址; 武汉市

中图分类号: TU993.9; R129

文献标志码: A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



文章编号: 1673-9868(2022)05-0209-13

## Evaluation of Site Selection for Emergency Medical Facilities in Wuhan Based on AHP Method

LI Shuai, TANG Jiefang, WANG Pengfei

College of Landscape Architecture and Art, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China

**Abstract:** Using the disaster prevention and risk avoidance function of urban green space can solve the problem of site selection for emergency medical facilities to a certain extent, and country park has a high degree of fit with the latter. Based on the site selection requirements of emergency medical facilities, the Delphi method and the analytic hierarchy process were used to quantify eight influencing factors, such as type of country park, effective refuge area, degree of spatial fragmentation, distance from the water source, wind direction, distance from the city, hydrogeology, and traffic duration. A comprehensive com-

收稿日期: 2021-03-02

基金项目: 河南省科学技术攻关项目(112102110027)。

作者简介: 李帅, 博士研究生, 主要从事风景园林规划与设计研究。

通信作者: 王鹏飞, 教授, 博士研究生导师。

parison was conducted among 80 country parks listed in “Wuhan Post-epidemic Rehabilitation Plan (3-year Action Plan)”. The results showed that the advantages and disadvantages of 80 country parks were in a Gaussian distribution. Jiangjunshan Forest Park had the highest overall score and the most balanced distribution of the scores of various impact factors. It is far away from people, water, urban windward area, and with convenient transportation, easy to build and great expandability. It is an ideal site for the construction of emergency medical facilities. In addition, Yaojiashan Country Park, Sushansi Forest Park and Jinligou Country Park have high comprehensive scores and can also be used as alternative destinations for emergency plan. The scoring results reversely demonstrated that this evaluation method has significant differentiation, high rigor and moderate validity, which can provide a reference for evaluation of country park based on the site selection of emergency medical facilities.

**Key words:** emergency medical facilities; country parks; the analytic hierarchy process (AHP); facility location; Wuhan

新冠肺炎疫情暴发以来波及全球 200 多个国家及地区, 感染人数超过 1.5 亿, 死亡人数接近 316 万<sup>[1]</sup>. 至 2021 年 5 月, 疫情仍在世界范围内肆虐, 尤其是印度、巴西等地疫情陡然恶化. 与此同时, 国内也呈现出零星散发和局部暴发的态势, 2020 年 1 月至 2021 年 1 月期间, 疫情在武汉、绥芬河、北京、青岛、喀什、大连、石家庄、云南等地接连暴发, 其中武汉疫情最为突出, 具有暴发时间早、传播速度快、感染人数多、救治难度高等特征. 2003 年筹建的小汤山医院开创了应急医疗设施的新模式<sup>[2]</sup>, 武汉疫情暴发之际效仿小汤山模式建造火神山与雷神山等医院救治危重患者<sup>[3]</sup>, 同时, 为了便于大量轻症患者集中隔离, 武汉方舱医院应运而生<sup>[4]</sup>. 2021 年 1 月 8 日, “火眼”硬气膜核酸检测实验室<sup>[5]</sup>在石家庄市快速建成并投入使用, 在短短 3 天之内完成核酸检测 1 100 余万人; 1 月 13 日石家庄启动建设 4 156 套集成式隔离公寓, 预安置隔离者 2 万余人, 1 月 19 日首批 606 套公寓交付使用. 小汤山医院、方舱医院、气膜式“火眼”实验室、集成式隔离公寓等不同形式的应急医疗设施成为救治和隔离的重要手段. 同一时间, 国外诸如俄罗斯、意大利、伊朗等国家也开始尝试通过标准模数系列预制结构构建应急医疗设施, 这充分体现该模式所具有的机动性、时效性等优势. 快速筹建应急医疗设施已成为控制疫情扩散的重要手段, 选址的科学性以及建设的时效性是应急医疗设施发挥救治作用的重要前提<sup>[6]</sup>.

## 1 研究背景

### 1.1 研究地概况

武汉市地处长江中游的江汉平原, 属鄂东南丘陵经江汉平原东缘向大别山南麓低山丘陵过渡地区, 城区中部低平, 北部丘陵、岗垄环抱、群山林立. 长江西南向东北纵贯城区, 与汉水交汇于市区中央, 两江两侧又形成了“江汉湖群”, 因此武汉被称为“百湖之城”<sup>[7]</sup>. 武汉市隶属于中部六省之一的湖北省, 市域总面积 8 569.15 km<sup>2</sup>, 下辖 13 个区, 常住人口 1 244.77 万人. 武汉市是中国最大的水、陆、空交通枢纽, 长江黄金水道在此与京广铁路大动脉交汇. 2019 年, 武汉市铁路客运量超过 1.2 亿人次, 是中国运输量最大的铁路中转站; 中欧(武汉)国际班列可达 11 个国家的 19 座城市; 武汉市民用航空航线多达 200 余条, 国际航线航点覆盖全球五大洲. 基于优越的交通条件, 武汉市历来被称为“九省通衢”.

2020 年初, 武汉市暴发新冠肺炎疫情, 在不足 1 个月的时间内(2020 年 1 月 20 日—2020 年 2 月 17 日), 确诊感染者遽增至 4 万余名<sup>[8]</sup>. 面对巨大的防控救治需求, 武汉市医疗资源急缺, 为了集中优势医疗资源抢救危重患者, 武汉市政府快速启动火神山、雷神山两座应急医疗设施的建设, 并于 2 月 4 日和 2 月 8 日分别接入首批患者. 2020 年 4 月 15 日, 鉴于武汉市疫情已经趋于平稳, 两座医院相继关闭休舱, 成为武汉市抗疫取得重要阶段性成果的标志之一.

建造时效性是应急医疗设施具有的突出优势, 火神山、雷神山的快速建成为抢救患者争取了宝贵时间, 但是其选址的科学性仍有值得商榷之处. 由于收治烈性传染病患者的特殊属性, 应急医疗设施应具备

交通便利、远离人群、易于隔离、避免二次传播等条件。火神山、雷神山两所医院均具有便利的交通条件(图1和图2),且均处于冬季主导风向的下风向区域,但选址的不足也较为突出。首先,两所医院均临湖而建,所临知音湖和黄家湖虽不是备用水源地,但是却存在为介水传染病提供媒介的危险。其次,两所医院紧邻居住区,不利于传染病的隔离。再次,I级突发公共卫生事件伤亡人员多且数量增长快,火神山医院在建设初期就已经无法满足疫情增长的需要,但是迫于四周被武汉职工疗养院、知音湖以及两处居住区所环绕(图1),没有为二次拓展留出空间<sup>[9]</sup>。与之相比,雷神山医院在东、北二方都留有大量空地(图2),根据疫情的增长,雷神山医院在建设过程中先后从计划的50 000 m<sup>2</sup>扩至75 000 m<sup>2</sup>,再扩至79 900 m<sup>2</sup>,不仅节省了时间和物资,也为集中救治、集中隔离提供了便利。



图1 武汉火神山医院选址环境

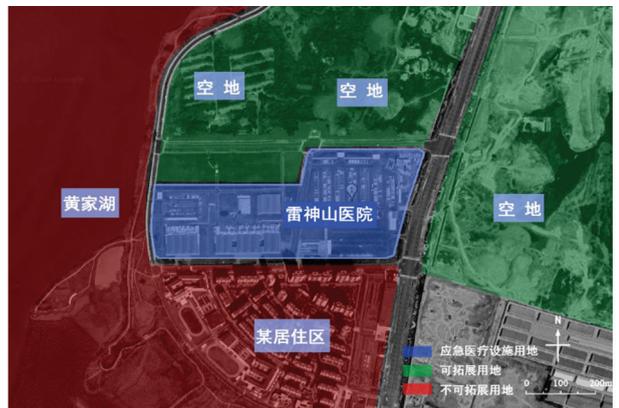


图2 武汉雷神山医院选址环境

## 1.2 研究基础

城市绿地是城市居民抵抗城市灾害的避难场所,徐晔等<sup>[10]</sup>基于知识图谱法对我国城市绿地防灾研究现状进行了可视化分析;费文君等<sup>[11]</sup>梳理了城市绿地防灾避险功能研究领域的最新进展与动态;《城市绿地防灾避险设计导则》<sup>[12]</sup>提出城市防灾绿地中应包含长期(30 d以上)避险绿地,并明确指出“长期避险绿地……一般结合郊野公园等区域绿地设置”。新冠肺炎疫情暴发之后,Ma等<sup>[13]</sup>关注到郊野公园在疫情期间起到的积极作用;唐洁芳等<sup>[9]</sup>提出城郊型森林公园与应急医疗设施选址具有高度契合性,并论证了前者是较为理想的避疫绿地类型;李惊等<sup>[14]</sup>关注到位于城市边缘的公园绿地具有建造成本低、空间充足、易于隔离等优势,并基于疫情防控提出了交通、防渗、排水等基础设施的改造策略;李帅等<sup>[15]</sup>建立了应急医疗设施选址量化评价体系,并以北京市郊野公园为研究对象进行评价,以获得综合条件良好的应急医疗设施选址目标地;路旭等<sup>[16]</sup>从区域协调角度出发,对区域级传染病救治中心进行规划,在选址过程中提出辐射周边、区域协调、独立选址、弹性建设、多区联动等原则,并提出利用城市郊野公园构建城市防疫壁垒。

2012年,武汉市启动编制《武汉2049年远景发展战略规划》,该规划中提出:“利用武汉市域内的现状生态资源和潜在生态资源构建郊野公园系统,郊野公园划定的原则为位于城市郊区,具有较大面积的生态绿色景观区域,包括森林公园、湿地公园、生态公益林地、遗址史迹地等,也包括人为干扰程度小的传统农田景观等”。2016年,武汉市编制的《武汉市城市总体规划(2017—2035年)》,再次提出“武汉市‘郊野公园+’战略行动计划”,“拟在非集中建设区策划形成郊野公园集群……以风景名胜、自然保护区、森林公园、湿地公园等生态功能区为基础,整合农田林网、河湖水系,营造‘蓝绿’生态网络……形成‘一环两翼’的郊野公园群空间格局……选取黄陂云雾山片、东西湖府河-柏泉片、蔡甸知音片、经开(汉南)武湖片、江夏鲁湖片、东湖高新花山片和新洲涨渡湖片等七大郊野公园群作为各区近期实施的主体”。疫情暴发后,武汉市快速出台《武汉市疫后重振规划(三年行动规划)》,该行动规划涉及医疗卫生、应急防灾、健康城市、社区建设、经济重振等5个专项,在“作战计划图”中郊野公园数量增至80个<sup>[17]</sup>。基于以上现状可发现,武汉市郊野公园数量众多、规模可观、围绕主城区形成体系,因此,在武汉市发展郊野公园型避疫绿地具有极大的优势。

## 2 研究对象与方法

### 2.1 研究对象及数据来源

本研究以《武汉市疫后重振规划(三年行动计划)》所示郊野公园为研究对象,以武汉市行政边界为研究边界,涉及面积 8 569.15 km<sup>2</sup>. 参考奥维互动地图、Google 地图卫星影像及百度地图,利用 ArcGIS 10.5 的配准域数字化功能,对 80 座郊野公园的位置、面积等信息进行矫正(表 1).

表 1 武汉市 80 座郊野公园信息统计表

公园编号	公园名称	建设规模/ hm <sup>2</sup>	公园类型	公园编号	公园名称	建设规模/ hm <sup>2</sup>	公园类型
1	清凉寨郊野公园	241.85	山地型	41	金龙郊野公园	1 079.18	田园型
2	锦里沟郊野公园	458.35	山地型	42	劳四村郊野公园	795.64	田园型
3	姚家山郊野公园	2 152.27	山地型和森林型	43	后湖郊野公园	376.55	田园型
4	素山寺森林公园	1 458.96	山地型和森林型	44	金水河郊野公园	1 147.15	田园型
5	木兰古门郊野公园	1 442.08	山地型和森林型	45	鲁湖湿地郊野公园	2 361.37	湿地型
6	云雾山郊野公园	2 667.77	山地型	46	乌龙泉郊野公园	1 475.70	湿地型
7	月亮湖郊野公园	531.93	湿地型	47	梁子湖龙凤咀郊野公园	1 898.11	人文型
8	院基寺郊野公园	2 550.93	山地型和森林型	48	保福郊野公园	1 824.30	人文型
9	木兰湖风景区	10 255.48	山地型和森林型	49	湖泗郊野公园	1 958.17	人文型
10	木兰山郊野公园	5 862.53	人文型	50	斧头湖郊野公园	278.85	人文型
11	黎黄陂郊野公园	552.27	田园型	51	安山郊野公园	1 170.52	湿地型
12	木兰草原风景区	1 413.93	山地型	52	宋家启郊野公园	1 866.23	田园型
13	凤凰谷文化公园	907.89	田园型	53	上涉湖郊野公园	4 003.26	湿地型
14	周湾现代农业公园	503.39	田园型	54	武湖湿地郊野公园	1 859.06	湿地型
15	将军山森林公园	2 668.94	山地型和森林型	55	汉洪农业整合体	803.63	田园型
16	道观河风景区	1 522.91	山地型和森林型	56	沉湖湿地郊野公园	9 666.39	湿地型
17	少潭河风景区	1 377.56	山地型	57	官莲湖郊野公园	1 426.79	湿地型
18	问津文化公园	337.57	山地型和森林型	58	桐湖湿地郊野公园	1 754.43	湿地型
19	曲背湖郊野公园	317.71	湿地型	59	王家涉湖郊野公园	1 137.23	田园型
20	安仁湖郊野公园	2 240.42	湿地型	60	小麥湖郊野公园	2 146.86	湿地型
21	沧埠郊野公园	1 776.46	湿地型	61	龙灵山郊野公园	298.79	山地型
22	农耕年华郊野公园	171.74	田园型	62	硃山郊野公园	14.69	山地型
23	涨渡湖郊野公园	6 799.50	湿地型	63	金鸡赛湖郊野公园	1 289.52	湿地型
24	华中影视文化公园	2 282.31	湿地型	64	九真山森林公园	1 875.74	人文型
25	清潭湖郊野公园	272.91	湿地型	65	索河湿地郊野公园	2 032.57	湿地型
26	花山湖郊野公园	460.64	山地型	66	嵩阳森林公园	1 102.00	人文型
27	严东湖郊野公园	1 637.61	湿地型	67	小茶壶郊野公园	3 359.13	湿地型
28	九峰山森林公园	1 510.26	人文型	68	后官湖文创公园	279.92	湿地型和森林型
29	长岭山郊野公园	126.06	山地型	69	笔架山郊野公园	150.60	山地型
30	严家湖郊野公园	489.48	湿地型	70	后官湖现代风情郊野公园	220.63	湿地型
31	豹澥湖郊野公园	208.97	湿地型	71	知音湖郊野公园	458.35	湿地型
32	龙泉山郊野公园	1867.88	人文型	72	后官湖湿地公园	488.70	湿地型
33	三叉港郊野公园	164.24	田园型	73	石榴红休闲郊野公园	272.53	田园型
34	牛山湖郊野公园	727.53	田园型	74	惠安渡口主题公园	576.46	田园型
35	潯洋湖湿地郊野公园	668.94	湿地型	75	新沟田园乐园	790.76	田园型
36	藏龙岛郊野公园	870.19	湿地型	76	泾河郊野公园	632.68	湿地型
37	庙山郊野公园	643.42	山地型和森林型	77	水韵湖乡田园综合体	2 860.04	湿地型
38	青龙山森林公园	628.42	山地型和森林型	78	柏泉郊野公园	2041.23	湿地型
39	八分山郊野公园	1 194.67	山地型和森林型	79	杜公湖国家湿地公园	392.72	湿地型
40	野湖郊野公园	345.21	湿地型	80	府河郊野公园	21.65	湿地型

## 2.2 研究方法

第一, 根据《收治传染性非典型肺炎患者医院建筑设计要则》<sup>[18]</sup>以及《新型冠状病毒感染的肺炎传染病应急医疗设施设计标准》<sup>[19]</sup>要求, 结合应急医疗设施的选址特征和传染病院设计原则, 将郊野公园的公园类型、有效避灾面积、空间破碎度、离水源地距离、所处风向、离城距离、水文地质和交通时长等 8 个要素设为影响因子。

第二, 通过层次分析法(the analytic hierarchy process, AHP)和德尔斐法对各影响因子赋权重: 按照要求, 将各影响因子列表, 并通过电子函件方式汇集专家意见, 通过多轮反馈之后, 将专家们提出的、较为集中的意见汇总(表 2)。

表 2 影响因子权重表

影响因子	公园类型	有效避险面积	空间破碎度	离水源地距离	所处风向	离城距离	水文地质	交通时长	合计
	$w_1$	$w_2$	$w_3$	$w_4$	$w_5$	$w_6$	$w_7$	$w_8$	
权重	12	12	8	20	12	12	16	8	100

第三, 所有影响因子采用五级制赋值, 即从劣到优依次分为 I, II, III, IV, V 5 个等级, 其对应得分为 1 分、2 分、3 分、4 分、5 分。根据每座郊野公园的实际情况, 对各影响因子赋值, 然后将该值得分( $f_i$ )与对应权重( $w_i$ )相乘获得该影响因子的得分( $y_i$ ), 然后对各影响因子得分进行加权和计算, 从而获得该郊野公园的综合评分( $Y$ )。

$$\sum_{i=1}^8 w_i = 100 \quad (1)$$

$$y_i = w_i f_i \quad (2)$$

$$Y = \sum_{i=1}^8 w_i f_i \quad (3)$$

由表 2 知:

$$Y = 12f_1 + 12f_2 + 8f_3 + 20f_4 + 12f_5 + 12f_6 + 16f_7 + 8f_8 \quad (4)$$

第四, 对武汉市 80 座郊野公园依次计算综合评分, 并对该评分排序, 得分高的郊野公园较得分低的更适合作为应急医疗设施的选址目标地。

## 3 影响因子赋值方法

### 3.1 郊野公园类型( $f_1$ )

对 80 座郊野公园调研发现, 其类型可分为湿地、人文、山地、田园和森林等 5 种类型。水体摄入或接触病原微生物后是传播疾病的重要媒介, 如霍乱、甲型肝炎、伤寒等均可以水为媒介进行传播, 在我国法定的 37 种传染病中有 8 种皆为介水性传染病<sup>[20]</sup>。武汉市域内湿地公园数量多、湿地面积比重大, 如涨渡湖郊野公园与长江相连通, 二者直线距离不足 1.5 km, 公园水域面积近 4 000 hm<sup>2</sup>, 超过园区总面积的 60%, 若将园区设为避疫绿地, 不仅易污染水源, 且存在介水传播的巨大风险。鉴于以上原因, 将湿地型郊野公园设为 I 级。此外, 武汉具有 3 500 多年建城史, 地上地下物质留存丰富, 如木兰山郊野公园中的楚长城遗迹, 涨渡湖郊野公园内的西汉古墓群, 龙泉山郊野公园中的明代楚王陵, 均具有不可再生性, 因此将人文类公园设为 II 级; 山地型公园主要包含交通及场地地质条件两方面不确定因素, 将其设为 III 级; 田园型郊野公园地形平坦, 基础设施相对完备, 将其设为 IV 级; 森林型郊野公园地势开阔, 生态环境优良, 大片林木既起到隔离作用又能为患者提供良好的康复环境, 因此将该类型郊野公园设为 V 级。

### 3.2 郊野公园有效避险面积( $f_2$ )

应急医疗设施的选址建设应考虑用地规模下限, 当应急医疗设施为单层建筑时, 其占地面积应不小于

4.7 hm<sup>2</sup> [15] (表 3). 对《武汉市疫后重振规划(三年行动规划)》上的 80 座郊野公园进行统计, 80 座郊野公园的有效避险面积介于 8.69~6 639.72 hm<sup>2</sup> 之间, 均符合用地需求下限. 采用自然间断点法分级<sup>[21]</sup>, 设 100 hm<sup>2</sup> 以下为 I 级、100~200 hm<sup>2</sup> 为 II 级、200~500 hm<sup>2</sup> 为 III 级、1 000~2 000 hm<sup>2</sup> 以上为 IV 级、2 000 hm<sup>2</sup> 以上为 V 级.

表 3 已建应急医疗设施建筑面积与床位数量

名称	建筑面积/m <sup>2</sup>	床位/张	面积床位比/(m <sup>2</sup> ·张 <sup>-1</sup> )
小汤山医院	40 000	1 000	40
火神山医院	50 000	1 000	50
雷神山医院	80 000	1 600	50
南京市公共卫生医疗中心	94 000	2 276	41

### 3.3 郊野公园空间破碎度( $f_3$ )

破碎度表征场地被分割的破碎程度, 反映场地空间结构的复杂性<sup>[22]</sup>. 应急医疗设施建设要求场地内部具有单一、均质、连续的建设空间, 因此空间斑块数量少、景观破碎度低的郊野公园更适合作为目标地. 景观破碎度通常采用斑块数量与对应面积的比值表示, 即  $C_i = N_i/A_i$ . 破碎度越大, 则公园内部空间越分散, 整合性越差, 不利于应急医疗设施的兴建以及后期的扩建<sup>[23]</sup>. 统计结果显示, 80 座郊野公园空间破碎度介于 0.000 6~0.230 1 之间, 根据破碎度分布特征, 设 0.002 以下为 V 级, 0.002~0.005 为 IV 级, 0.005~0.01 为 III 级, 0.01~0.02 为 II 级, 0.02 以上为 I 级.

### 3.4 郊野公园离水源地距离( $f_4$ )

武汉市江河纵横, 湖泊库塘星罗棋布. 市域内长度大于 5 km 的河流达 165 条, 列入保护名录的湖泊达 166 个, 水库达 264 座, 总体水域面积占国土面积的 1/4. 此外, 城郊地区的各大江河湖库均设有饮用水水源, 因此, 应急医疗设施备选地与水源地的距离应严格控制. 在《饮用水水源保护区划分技术规范》<sup>[24]</sup> 中, 对河流、湖泊、水库等不同类型的水源分别划定了陆域保护范围, 其中对大型水库的保护范围界定最为严格. 河流型水源地, 一级、二级陆域保护范围分别以沿岸纵深与河岸的水平距离不小于 50 m 和 1 000 m 为界限. 湖泊、水库型水源地, 一级保护包括湖泊、水库取水口侧正常水位线以上 200 m 陆域范围; 二级保护中, 又根据湖泊、水库的规模不同, 分为“一级保护区外不小于 3 000 m”, “正常水位线以上(一级保护区以外), 水平距离 2 000 m 区域”两种划分方法. 结合武汉市水源类型特征, 按照从严划分的原则, 将以上划分界限整合, 设 200 m 以内陆域范围(包括水源地)为 I 级, 200~500 m 为 II 级, 500~1 000 m 为 III 级, 1 000~2 000 m 为 IV 级, >2 000 m 为 V 级.

### 3.5 郊野公园所处风向( $f_5$ )

应急医疗设施应位于城市主导风向下风区域. 鉴于某些城市的主导风向并不明显, 或者主导风向在两个以上, 可采用 16 罗经点风频计算法, 以核心区为中心, 对其各方位的风频进行量化评价. 对武汉市气象资料进行统计, 其 16 个风向风频见表 4. 各方向风频主要分布在 15% 以下, 将其划分为  $\geq 12\%$ 、9%~12%、6%~9%、3%~6%、<3% 5 个频段, 将对应风向的上风向区域的公园依次赋值为 I, II, III, IV, V 级.

表 4 武汉市全年各风向频率

	%								
风向	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	C
频率	10	14	11	6	6	6	7	4	1
风向	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	—
频率	3	5	5	3	3	3	5	8	—

### 3.6 郊野公园离城距离( $f_6$ )

《收治传染性非典型肺炎患者医院建筑设计要则》中将“避开城市人口稠密区”作为选址的重要原则. 随

着城镇化率的快速上升, 城区近郊人口密度逐渐增长. 因此, 从武汉市主城区行政边界为起点, 以 10 km 为一级向四周由近至远依次划分为 I, II, III, IV, V 级.

### 3.7 郊野公园水文地质( $f_7$ )

武汉市境内含水岩类型主要包括松散岩类孔隙含水岩类、碎屑岩裂隙孔隙含水岩类、碎屑岩裂隙含水岩类、火成岩裂隙含水岩类、变质岩裂隙含水岩类和碳酸盐裂隙岩溶含水岩类, 以上各含水岩类可再分为松散岩类孔隙含水岩组、碎屑岩类孔隙裂隙含水岩组、碳酸盐岩类裂隙岩溶含水组、岩浆岩类裂隙含水岩组、变质岩类裂隙含水岩组等 5 类. 以各含水岩组富水程度强弱为主要依据, 同时结合地下水埋深、渗透系数等参数, 将各含水岩组依次划分为 I, II, III, IV, V 级.

### 3.8 郊野公园交通时长( $f_8$ )

疫情暴发时, 大量的危重患者需要从市区内的定点救治医院转送至应急医疗设施所在地, 因此交通的便捷性非常关键. 在相同时段内, 通过数字地图导航系统, 采用驾车模式, 以武汉市 8 家高水平定点医院<sup>[25]</sup>为起点, 以 80 座郊野公园为终点, 测算交通时长, 按照从严评价原则, 取最长时长进行统计. 统计获知, 80 座郊野公园中最长车程耗时在 2.7 h 以内. 将交通时长分为  $\geq 120$  min, 100~120 min, 80~100 min, 60~80 min,  $< 60$  min 5 个时段, 依次确定为 I, II, III, IV, V 级.

## 4 影响因子评价及结果分析

根据以上影响因子的赋值方法, 对 80 座郊野公园的各项影响因子分别进行赋值. 赋值结果显示(图 3): 郊野公园的有效避险面积、所处风向、离城距离等 3 项影响因子整体比较优越, 能为应急医疗设施的建设提供良好的先决条件. 空间破碎度、交通时长等 2 项影响因子数据分布较为适中, 多集中于 II, III, IV 级. 公园类型、离水源地距离、水文地质等 3 项影响因子明显处于劣势, 分布特征具有相似之处: 由于地表水与地下水是相互联系的整体, 二者之间存在补给关系, 有 67% 的郊野公园跨水源地或距离水源地 200 m 以内, 湿地型郊野公园多达 32 座. 由此可见, 武汉市域的 80 座郊野公园, 整体规模庞大, 远离主城区, 远离城市上风口; 公园内部空间破碎度优劣参半, 交通时长适中; 公园类型整体呈现劣势, 离水源地距离偏近, 水文地质条件不佳.

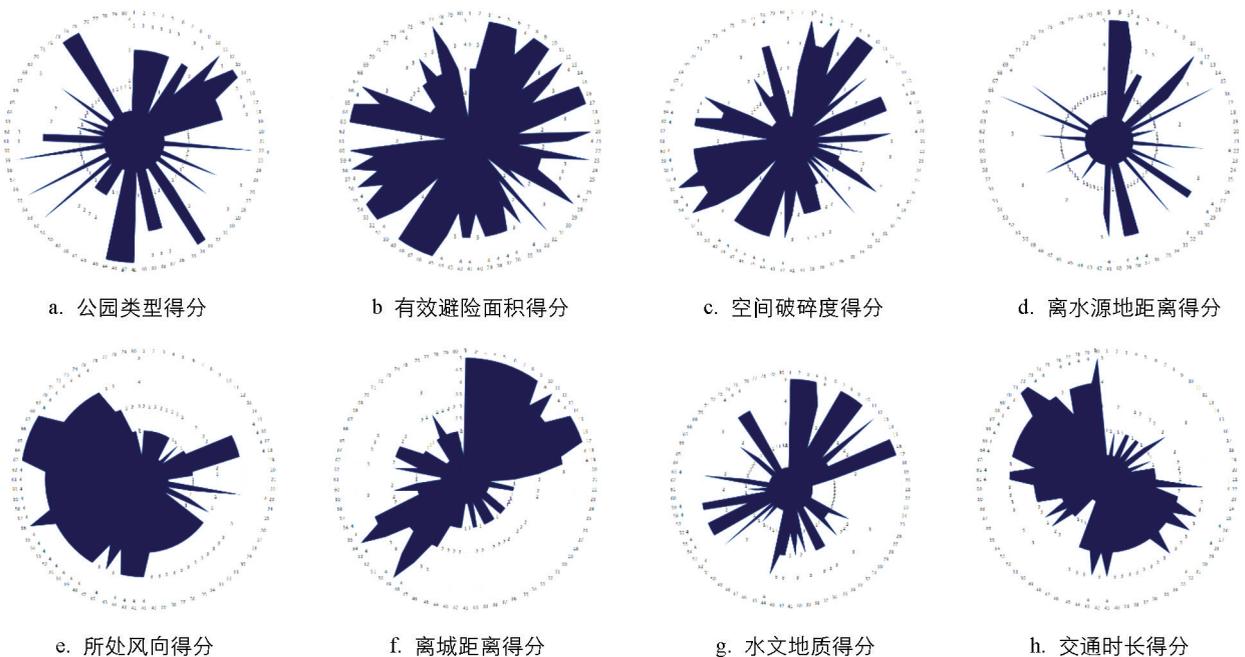


图 3 郊野公园各项影响因子得分分布

#### 4.1 郊野公园类型评价

对公园类型进行统计(表 5),结果显示在 80 座郊野公园中,Ⅰ级 32 座、Ⅱ级 8 座、Ⅲ级 22 座、Ⅳ级 18 座、Ⅴ级 0 座.其中Ⅰ级(湿地型)郊野公园数量接近总数量的一半,这与武汉市水文环境特征相符.武汉市被称为“百湖之城”,市内江河纵横、湖港交织,水域面积超过总面积的 1/4.尤其是市域东南部,梁子湖、鲁湖、牛山湖等大型水域为湿地公园提供了优良的建设环境;市域西南部后官湖、官莲湖、桐湖、小蓼湖、西湖、小茶湖等水面联络成网,是湿地公园的集中建设区.湿地型郊野公园数量众多不利于应急医疗设施选址.另外,武汉市域的 15 座森林型城郊公园同时兼具山地(11 座)、人文(3 座)、湿地(1 座)等类型特征,按照从严划分原则划入低级别类型,因此Ⅴ级郊野公园为 0 座.此外,九峰山森林公园原为山地型森林公园,但是园内包含野生动物园,由于人畜共患型传染病可以在人和动物之间快速传播,且种类多达 100 多种,因此将其降级定为Ⅰ级.鉴于以上原因,公园类型在选址过程中处于劣势.

表 5 郊野公园影响因子赋值结果

公园编号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
公园类型赋值	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅰ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅳ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅰ	Ⅰ
有效避险面积赋值	Ⅲ	Ⅲ	Ⅴ	Ⅴ	Ⅴ	Ⅴ	Ⅳ	Ⅴ	Ⅴ	Ⅴ	Ⅲ	Ⅴ	Ⅳ	Ⅲ	Ⅴ	Ⅴ	Ⅴ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅴ
空间破碎度赋值	Ⅰ	Ⅲ	Ⅴ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅴ	Ⅲ	Ⅴ	Ⅴ	Ⅴ	Ⅱ	Ⅳ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅱ	Ⅰ	Ⅳ
离水源地距离赋值	Ⅴ	Ⅴ	Ⅴ	Ⅳ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅴ	Ⅳ	Ⅲ	Ⅰ	Ⅴ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅰ	Ⅰ
所处风向赋值	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅱ	Ⅱ
离城距离赋值	Ⅴ	Ⅴ	Ⅴ	Ⅴ	Ⅴ	Ⅴ	Ⅴ	Ⅴ	Ⅴ	Ⅳ	Ⅴ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅴ	Ⅴ	Ⅴ	Ⅴ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅲ
水文地质赋值	Ⅴ	Ⅴ	Ⅴ	Ⅴ	Ⅳ	Ⅱ	Ⅴ	Ⅴ	Ⅴ	Ⅴ	Ⅱ	Ⅴ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅴ	Ⅴ	Ⅴ	Ⅱ	Ⅰ	Ⅰ
交通时长赋值	Ⅰ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ
公园编号	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
公园类型赋值	Ⅰ	Ⅳ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅲ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅲ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅰ
有效避险面积赋值	Ⅳ	Ⅱ	Ⅴ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅰ	Ⅴ	Ⅱ	Ⅳ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅲ
空间破碎度赋值	Ⅲ	Ⅰ	Ⅲ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅰ	Ⅳ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅱ
离水源地距离赋值	Ⅰ	Ⅳ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅲ	Ⅰ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅳ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅰ
所处风向赋值	Ⅰ	Ⅰ	Ⅳ	Ⅱ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅰ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ
离城距离赋值	Ⅱ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅰ
水文地质赋值	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅰ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅲ
交通时长赋值	Ⅱ	Ⅳ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ
公园编号	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
公园类型赋值	Ⅳ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅰ	Ⅳ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅳ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅳ	Ⅰ
有效避险面积赋值	Ⅳ	Ⅳ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ	Ⅴ	Ⅴ	Ⅴ	Ⅴ	Ⅱ	Ⅳ	Ⅴ	Ⅴ	Ⅴ	Ⅳ	Ⅴ	Ⅳ	Ⅴ	Ⅳ	Ⅴ
空间破碎度赋值	Ⅲ	Ⅳ	Ⅱ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅰ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅴ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅳ
离水源地距离赋值	Ⅳ	Ⅲ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅲ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ
所处风向赋值	Ⅳ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅴ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅳ
离城距离赋值	Ⅰ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ	Ⅳ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅱ
水文地质赋值	Ⅱ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅰ	Ⅳ	Ⅰ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅱ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅰ
交通时长赋值	Ⅳ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ
公园编号	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
公园类型赋值	Ⅲ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅱ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅰ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅰ	Ⅳ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ
有效避险面积赋值	Ⅱ	Ⅰ	Ⅴ	Ⅴ	Ⅴ	Ⅳ	Ⅴ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅴ	Ⅳ	Ⅲ	Ⅰ
空间破碎度赋值	Ⅱ	Ⅰ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅱ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅱ	Ⅰ
离水源地距离赋值	Ⅰ	Ⅲ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅴ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅳ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ
所处风向赋值	Ⅳ	Ⅳ	Ⅴ	Ⅴ	Ⅴ	Ⅴ	Ⅴ	Ⅴ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅰ
离城距离赋值	Ⅰ	Ⅰ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅰ
水文地质赋值	Ⅱ	Ⅰ	Ⅳ	Ⅱ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅰ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ
交通时长赋值	Ⅳ	Ⅳ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅴ	Ⅴ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅴ

## 4.2 郊野公园有效避险面积评价

对郊野公园有效避险面积进行统计(表5),其中属于Ⅰ级的3座,Ⅱ级9座、Ⅲ级18座、Ⅳ级19座、Ⅴ级31座。武汉市郊野公园整体规模较大,数据显示公园规模呈现出倒金字塔式分布,各级数量出现巨大悬殊,Ⅴ级公园数量接近总体数量的40%,Ⅰ级数量还不到总量的4%。此外,条件优良的Ⅲ,Ⅳ,Ⅴ级数量占总量的85%,可见,武汉市郊野公园在有效避险面积方面具有绝对的优势。

## 4.3 郊野公园空间破碎度评价

对郊野公园空间破碎度进行统计(表5和图4),位于Ⅰ级区域的15座,Ⅱ级区域的16座、Ⅲ级区域的14座、Ⅳ级区域的28座、Ⅴ级区域的7座。空间破碎度与公园内斑块数量成正比,与公园规模成反比,一方面由于多数郊野规模庞大,另一方面部分公园仍处于规划中,其斑块数量可根据公园用途进行调整,因此郊野公园空间破碎度整体状况良好。统计获知,公园内的不可移动斑块要素主要包括水体、道路和主体建筑,其中水体是最为突出的斑块类型。其次,铁路、国道、省道也是影响园区空间破碎度的重要消极因素。如后官湖湿地公园内湖泊数量众多,且G4201和S15分别贯穿园区的南北和东西,致使该公园的破碎度大幅度上升。此外,统计结果表明,空间破碎度与有效避险面积整体呈反向变化趋势,即规模越大破碎度越低,规模越小破碎度越高,如硃山郊野公园有效避险面积仅为8.7 hm<sup>2</sup>,破碎度却高达0.23,属于Ⅰ级,因此空间破碎度对于小规模公园尤其严苛。

## 4.4 郊野公园离水源地距离评价

对公园离水源地距离分布进行统计(表5和图5),位于Ⅰ级区域的公园53座,Ⅱ级区域的3座、Ⅲ级区域的7座、Ⅳ级区域的11座、Ⅴ级区域的6座。由此可见,武汉市郊野公园离水源地距离普遍较差,尤其是位于水源地200 m范围以内的公园数量占总量的67%,跨水源地而建的公园数量更是多达30座。武汉市地表水资源丰富,长江与汉水在市内交汇,构成庞大的水网,市域内湿地面积达到3 358 km<sup>2</sup>,占全市总面积的40%,这些湿地满足了游人亲水的需求,为郊野公园建设提供了优良环境,却不是应急医疗设施选址的理想场所。如木兰湖郊野公园不仅紧邻水源,且园区内有夏家寺水厂、木兰乡水厂两处饮用水水源取水点,此外云雾山、宋家启等多个郊野公园也有类似情况。

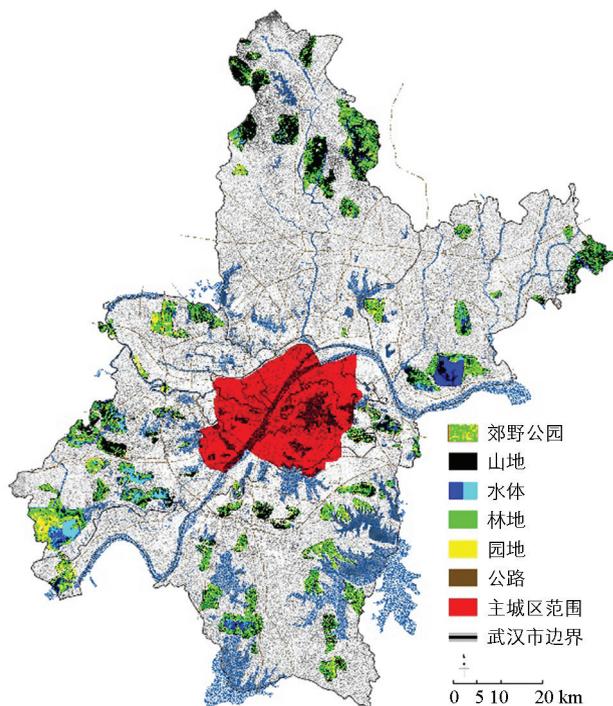


图4 郊野公园空间破碎度

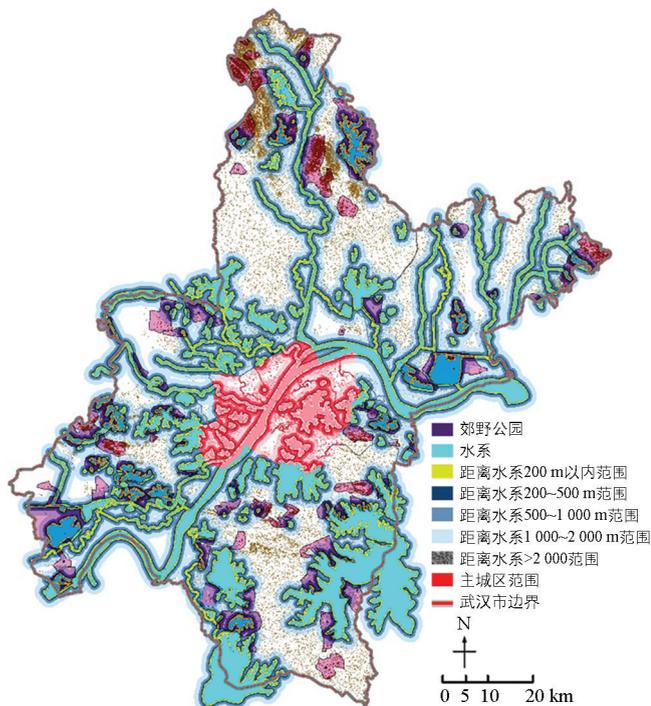


图5 郊野公园离水源地距离分布

### 4.5 公园所处风向评价

对位于风向上风口区域的公园进行统计(表 5 和图 6), 其中位于 I 级区域的郊野公园 8 座, II 级区域的郊野公园 17 座、III 级区域的郊野公园 17 座、IV 级区域的郊野公园 31 座、V 级区域的郊野公园 7 座. 武汉市属于典型的亚热带季风性湿润气候区, 冬季盛行北风和东北风(N, NNE, NE), 夏季盛行南风 and 西南风(SSW, S), 这种集中分布的风频格局对选址有利. 值得注意的是, 在绘制城市风向时, 上风区域是具有一定宽度的风带, 其宽度跟城市对应角度的宽度一致. 因此, 以核心区为中心 的 16 个方向的风带具有一定范围的交叉, 交叉地带采用从低定级原则. 如在武汉市的正南方风带中(N), III 级、IV 级、V 级 3 种风频依次在此交叠, 则 V 级、IV 级区域交叠部分被 III 级风带覆盖. 此外, 位于 I 级区域的公园数量仅有 8 座, 位于 II 级区域的公园作为上风口的时间在一个月左右, 因此公园所处风向整体影响并不显著.

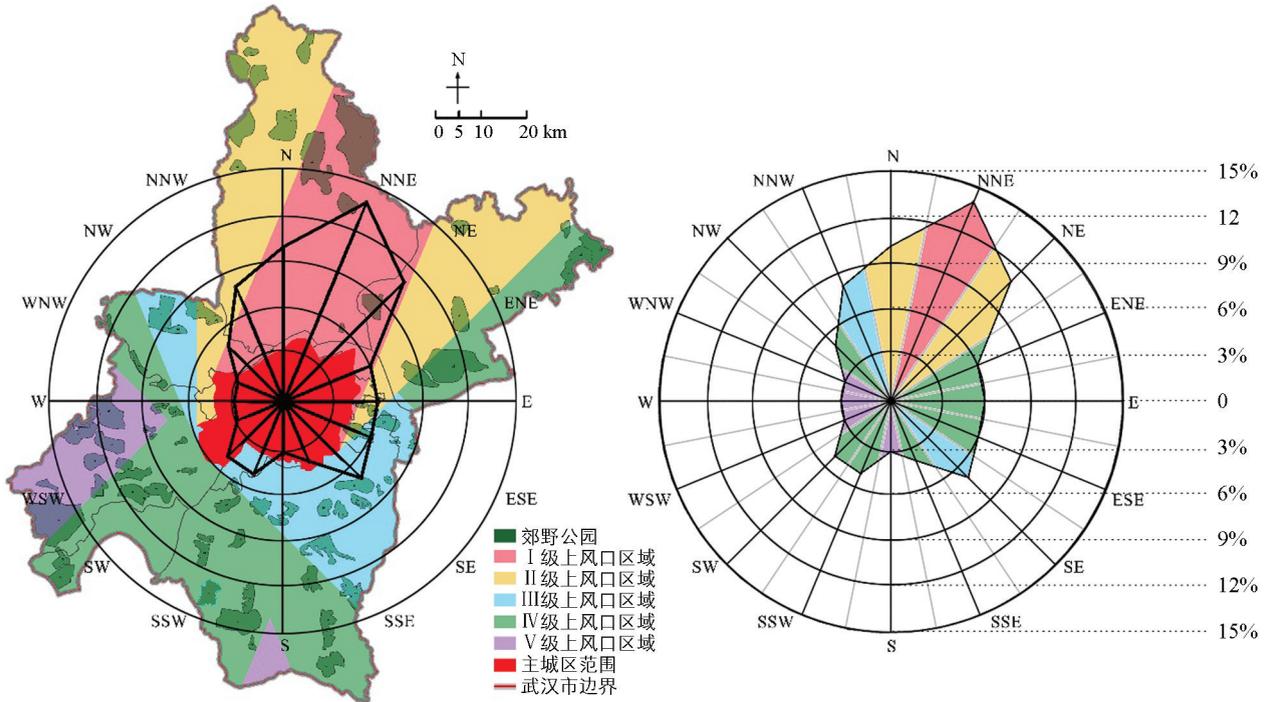


图 6 郊野公园所处风向分布

### 4.6 郊野公园离城距离评价

对 80 座郊野公园离中心城区距离进行统计(表 5 和图 7), 其中位于 I 级区域的 15 座、II 级区域的 28 座、III 级区域的 11 座、IV 级区域的 10 座、V 级区域的 16 座. 各级区域的公园数量分布比较均衡, 没有出现巨大悬殊. 此外, 根据图纸显示, 一方面, I 级区域内的绝大多数郊野公园位于主城区西南、南、东南三方, 常年处于城市下风区; 另一方面, 武汉市郊野公园离城距离是以 10 km 为单位定级, 跨度较大, II 级以上的 65 座公园离城距离均大于 10 km, 整体处于安全范围. 总体而言, 离城距离对应急医疗设施选址影响较小.

### 4.7 郊野公园水文地质评价

对郊野公园所处水文地质进行统计(表 5 和图 8), 其中位于 I 级区域的郊野公园 31 座, II 级区域 15 座、III 级区域 10 座、IV 级区域 12 座、V 级区域 12 座. 由此可知, I, II 级区域公园数量偏多, 不利于应急医疗设施建设. 尤其是 I 级区域内的公园, 地下水埋深过浅, 介于 0.5~9.0 m 之间, 岩层富水程

度强, 渗透系数达到 10.10~32.48 m/d, 如在该区域建设应急医疗设施, 医疗废液渗漏风险较大, 因此应做好防渗措施。

#### 4.8 郊野公园交通时长评价

对 80 座郊野公园到达 8 座定点救治医院的交通时长进行统计(表 5 和图 9), 位于 I 级区域的公园 10 座, II 级区域的 19 座、III 级区域的 27 座、IV 级区域的 21 座、V 级区域的 3 座, 95% 以上的公园交通时长超出 60 min. 小汤山、火神山、雷神山等应急医疗设施不设门诊, 主要由负压救护车从各定点医院转运患者<sup>[27]</sup>. 新冠肺炎疫情初次暴发时, 由于车辆短缺, 各地紧急生产负压型救护车驰援武汉, 因此过长的交通时长不仅不利于患者救治, 对医疗运输设施也形成巨大浪费. 鉴于此, 武汉市郊野公园的交通时长整体状况不够理想。

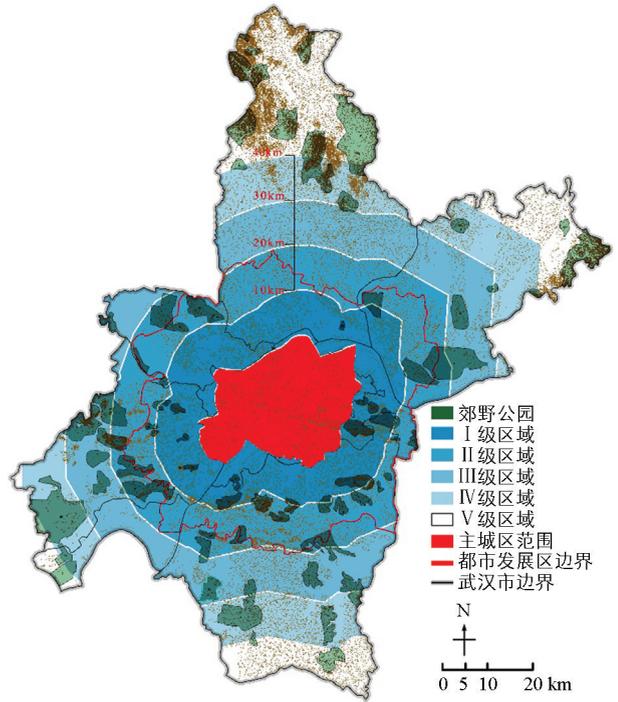


图 7 郊野公园离城距离分布

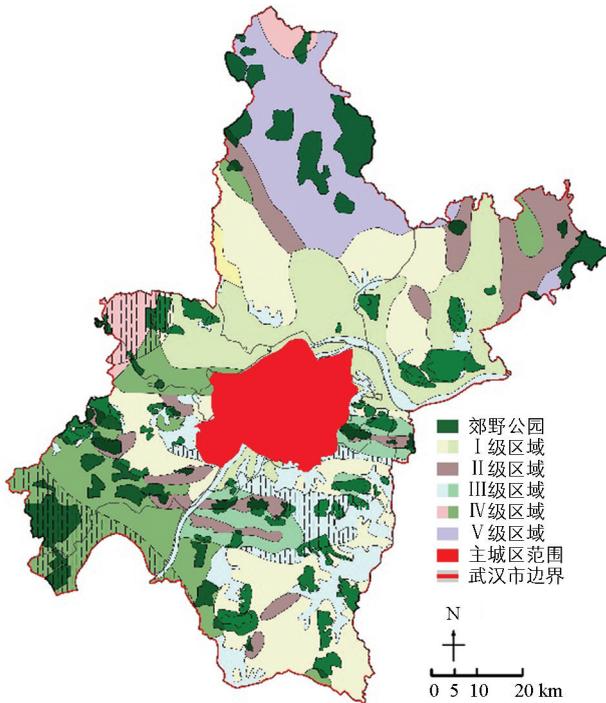


图 8 郊野公园所处水文地质分布<sup>[26]</sup>

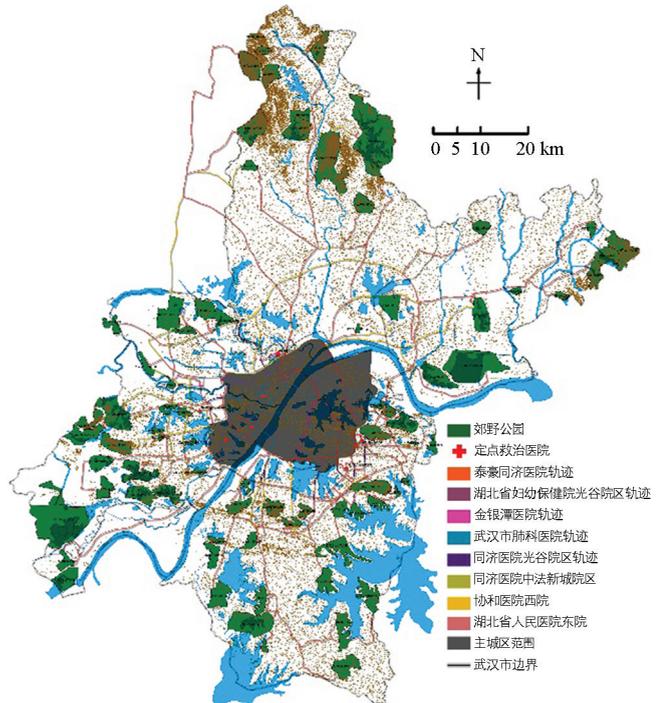


图 9 郊野公园交通路线轨迹

## 5 结论与讨论

根据以上影响因子评价结果, 通过公式(4)分别计算 80 座郊野公园的综合得分, 其结果如图 10:

综合得分排序结果显示: ① 在满分为 500 分的前提下, 最高得分为 432 分, 最低得分为 132 分, 前者是后者的 3.27 倍, 说明该赋值方法能够将郊野公园优劣程度显著拉开, 具有明显的区分度. ② 80 座郊野公园平均得分为 270 分, 整体位于中等偏低水平. 其中低于 200 分的公园有 12 座, 200~250 分的有 21 座,



- [13] MA A T H, LAM T W L, CHEUNG L T O, et al. Protected Areas as a Space for Pandemic Disease Adaptation: a Case of COVID-19 in Hong Kong [J]. *Landscape and Urban Planning*, 2021, 207: 103994-1-103994-10.
- [14] 李惊, 杨璐. 后疫情时代风景园林聚焦公共健康的热点议题探讨 [J]. *风景园林*, 2020, 27(9): 10-16.
- [15] 李帅, 唐洁芳, 王鹏飞. 突发公共卫生事件下的野战医院选址研究 [J]. *西北大学学报(自然科学版)*, 2021, 51(2): 243-258.
- [16] 路旭, 徐苑苑, 王一博, 等. 区域协调视角下的区域级传染病救治中心规划设想 [J]. *上海城市规划*, 2020(2): 94-98.
- [17] 武汉市规划研究院. 武汉市疫后重振规划(三年行动规划) [EB/OL]. (2021-03-17)[2021-05-03]. [http://www.wpdicn/project-1-i\\_11750.htm](http://www.wpdicn/project-1-i_11750.htm).
- [18] 卫生部办公厅. 收治传染性非典型肺炎患者医院建筑设计要则 卫发电[2003]55号 [EB/OL]. (2003-05-14)[2020-09-20]. <http://www.nhc.gov.cn/guihuaxxs/s3585/200804/2ce58289f97d44039f98f527b2c86b5b.shtml>.
- [19] 中国工程建设标准化协会. 新型冠状病毒感染的肺炎传染病应急医疗设施设计标准: T/CECS 661—2020 [S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2020.
- [20] 吕萍萍, 黄正, 陶勇. 饮用水常规指示菌与介水传染病相关性研究 [J]. *环境与健康杂志*, 2017, 34(3): 225-228.
- [21] 李乃强, 徐贵阳. 基于自然间断点分级法的土地利用数据网格化分析 [J]. *测绘通报*, 2020(4): 106-110, 156.
- [22] 徐焯, 杨帆, 颜昌宙. 基于景观格局分析的雄安城市湿地生态健康评价 [J]. *生态学报*, 2020, 40(20): 7132-7142.
- [23] 卿巧玲, 黄云, 裴婵. 基于景观结构变化的生态风险评价与管控——以重庆市万州区为例 [J]. *西南大学学报(自然科学版)*, 2021, 43(1): 174-184.
- [24] 中华人民共和国环境保护部. 饮用水水源保护区划分技术规范: HJ 338—2018 [S]. 北京: 中国环境科学出版社, 2018.
- [25] 湖北省卫生健康委员会. “新型冠状病毒感染的肺炎疫情防控工作”新闻发布会第四十四场 [EB/OL] (2020-03-13) [2021-05-03]. [http://wjw.hubei.gov.cn/bmdt/dtyw/202003/t20200313\\_2181090.shtml](http://wjw.hubei.gov.cn/bmdt/dtyw/202003/t20200313_2181090.shtml).
- [26] 武汉地方志编纂委员会. 武汉市志: 1980-2000 [M]. 武汉: 武汉出版社, 2006: 23-42.
- [27] 张新蕾, 王会杰, 蒙芹, 等. 新冠肺炎疫情期间负压救护车转运过程中的感染防控 [J]. *中国消毒学杂志*, 2020, 37(9): 716-717.

责任编辑 潘春燕