

基于遥感影像和再分析数据的潜在城市通风廊道研究

——以南京市为例

陆艺杰¹, 黄丹妮²

(1. 南京航天宏图信息技术有限公司, 南京 210012; 2. 滁州学院地理信息与旅游学院, 安徽 滁州 239000)

摘要: 城市化进程的不断深化导致城市热岛效应加剧, 建设大、中型城市通风廊道可有效缓解城市内空气流动困难问题, 具有重要意义。基于 Python 开发语言, 解译遥感影像和再分析数据, 开发南京市通风廊道算法模型。通过 Python 与 GDAL 处理 MODIS 数据获取南京市地表温度数值, 然后调用 scipy 对频度图进行高斯模糊处理, 获取空间分辨率为 1 km 城市热源和低源的分布; 通过 Python 与 xarray 处理 NCEP 再分析资料获取南京市风场, 然后调用 scipy 的线性插值法计算空间分辨率为 1 km 的南京市风环境。基于两种分布结果, 结合江苏省级行政区划矢量数据, 以南京市(县)级行政区为基本单元, 参考南京市历史城市绿地规划, 确定通风走廊走向。最终识别出 5 条潜在的南京市通风廊道, 并给出合理的规划管控建议。

关键词: 南京市; MODIS; NCEP; 城市通风廊道

中图分类号: X22 **文献标志码:** A **文章编号:** 1671-1807(2024)06-0235-08

城市通风走廊(或称城市通风廊道)是指在城市规划和建设中, 通过合理的设计和布局, 利用建筑、道路、绿化带等城市元素形成的一种通风系统^[1]。城市通风走廊的设计理念是通过合理的城市规划和建筑布局, 利用自然风力, 实现城市内部空气的流通和净化, 改善城市的微气候环境^[2], 提高建筑和城市的舒适性、节能性和环境质量。

国外的通风走廊实践早于国内, 德国是最早提出通风走廊的概念并在慕尼黑城市进行研究实践, 后在日本东京、巴西圣保罗、波兰夫诺兹瓦夫、英国伦敦等城市有研究^[3]。国内在对国外实践进行总结学习的同时利用新技术结合城市规划体系进行研究。2003 年至今, 中国气象界先通过使用计算流体力学(computational fluid dynamics, CFD)技术模拟局地风环境并优化通风走廊的通风效果设计方案; 后融合遥感(remote sensing, RS)和地理信息(geographic information system, GIS)技术基于实地观测和气象数据分析评估通风走廊的实际效果^[4], 相继在香港、武汉、长沙、西安、广州、郑州、南京、北京等地开展了通风走廊的专项研究。

现阶段城市通风廊道研究技术集中在以下几

个方面: CFD 技术是近代流体力学、数值数学和计算机科学结合的产物。它以电子计算机为工具, 应用各种离散化的数学方法, 对流体力学的各类问题进行数值实验、计算机模拟和分析研究, 可用于城市通风走廊设计研究。不过, 限于巨量的计算资源需求, CFD 技术通常应用在小区规模的风场模拟分析, 更大范围的应用未有成果: ①模型准确性。CFD 模型的准确性取决于所选的数值方法和模型参数的选择; 模型的准确性受到如网格分辨率、边界条件和物理模型的选择多种因素的影响, 结果易偏差大; ②计算资源需求。CFD 模拟通常需要大量的计算资源, 包括高性能计算机和大容量存储器, 成本高时间长; ③模型验证, CFD 模型需要经过验证, 以确保其准确性和可靠性。这需要与实际数据进行比较和验证, 工作量大; ④数据不确定性: CFD 模拟中使用的输入数据包括风速、风向、建筑物几何形状等参数, 输入数据不确定性的存在直接导致结果的不确定性和偏差。遥感技术用于城市通风走廊设计的优势在于能大面积同步观测, 视域范围大, 具有宏观特性, 可提供大、中型城市的面向观测: ①高分辨率影像获取: 遥感技术可以获取高分辨率

收稿日期: 2023-12-07

基金项目: 安徽省高校自然科学研究一般项目(KJ2021B07); 滁州学院校级一般科研项目(2022XJYB03)

作者简介: 陆艺杰(1995—), 女, 江苏宜兴人, 硕士, 助理工程师, 研究方向为 GIS 与资源环境遥感应用; 黄丹妮(1996—), 女, 安徽宿州人, 硕士, 助教, 研究方向为冰川遥感。

的卫星影像或航空影像,提供详细的城市地貌和建筑物信息,为通风走廊的设计提供基础数据;②空间数据分析:通过遥感技术获取的影像数据进行空间分析,了解城市的空间布局,确定通风走廊的位置和形状;③热红外影像分析:遥感技术可以获取热红外影像,用于分析城市的热岛效应,通过分析热红外影像,确定热岛效应较为严重的区域,并在这些区域设计通风走廊,改善通风条件;④风场模拟和预测:遥感技术可以结合气象数据,进行风场模拟和预测,通过分析遥感影像和气象数据,确定不同区域的风速和风向,为通风走廊的设计提供依据。地理信息技术在城市通风走廊设计中发挥着重要的作用:①空间数据获取和分析:地理信息技术可以获取和分析城市的空间数据,包括地形、建筑物分布、道路网络等,以此了解城市的地理环境,并为通风走廊的规划提供基础;②风场模拟和预测:地理信息技术可以结合气象数据,进行风场模拟和预测,通过模拟和预测城市中不同区域的风速和风向,确定通风走廊的位置和形状,以最大限度地利用自然风来改善城市的通风状况;③可视化展示:地理信息技术将城市的地理数据以地图、三维模型等形式展示,直观地了解城市的地理特征和通风走廊的设计效果,有助于做出科学合理的决策;④空间规划和优化:地理信息技术通过空间规划和优化分析,确定通风走廊的最佳位置、长度和宽度,通过优化设计,最大限度地提高通风效果,减少城市的热岛效应,改善居民的生活环境。进一步的研究和实践仍然需要进行,以完善通风走廊的设计和应用策略。

地表温度参量是构建城市通风廊道的指示器,它表征地球表面和大气界面结合部的温度状况^[5],既能直接体现地球表面和大气能量之间的交互作用,还能间接反馈地球表面和大气运动之间的复杂过程^[6]。因此,地表温度不仅是气候变化的敏感指示因子和掌握气候变化规律的重要前提,还是大气遥感相关模型的直接输入参数^[7],在气象气候、生态环境和水文等领域有广泛的应用。地表温度可以影响通风走廊的通风效果和微气候环境。首先,热空气具有上升的趋势,而冷空气则具有下沉的趋势。城市通风走廊的设计可以利用这种温度差异,引导和驱动风流的运动,增强通风效果。同时,通风走廊可以通过引导风流,将较低温度的空气引入城市中心地区,降低热岛效应,改善城市的气温和空气质量。因此,基于卫星遥感反演全天候地表温

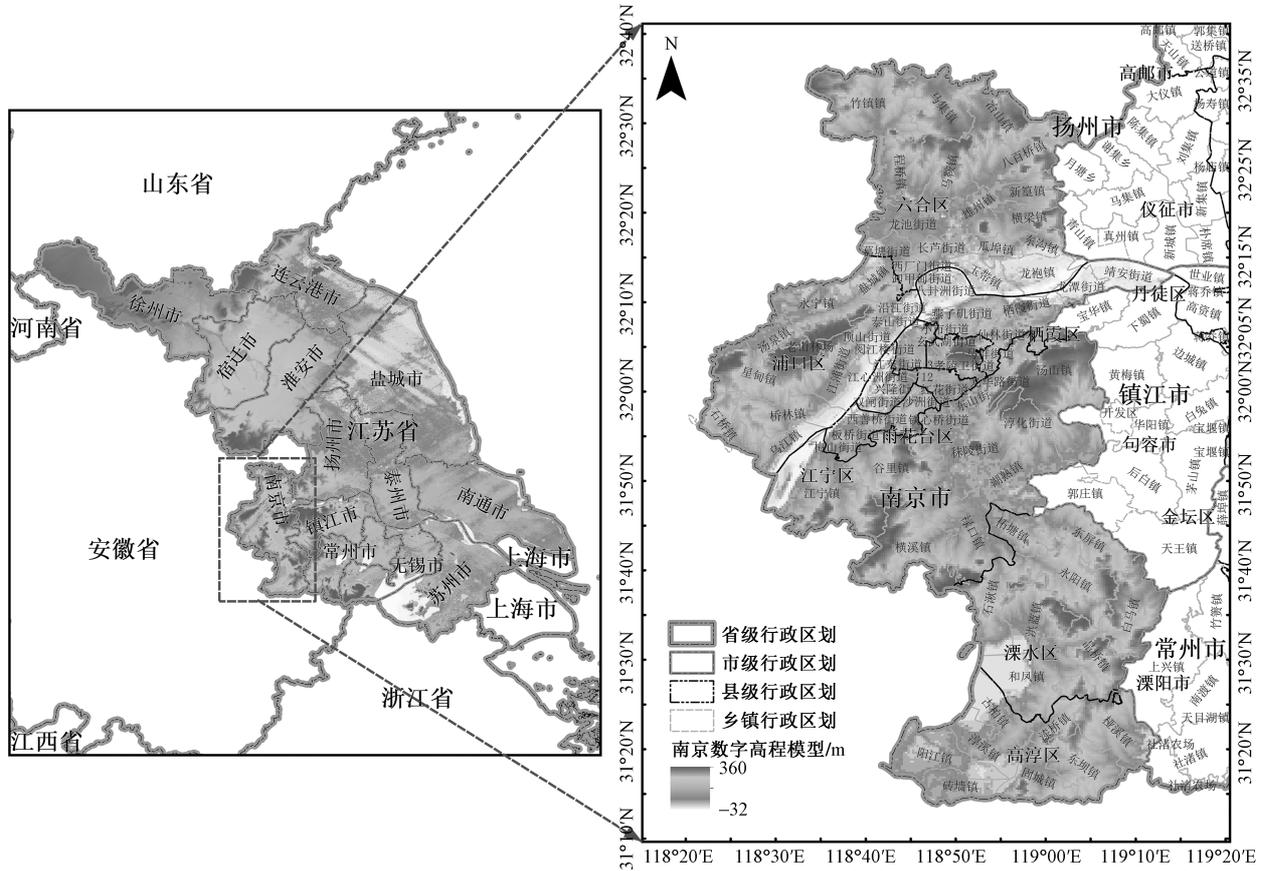
度(all-weather LST),以此模拟城市热岛效应,可以分析城市的高温区和低温区,识别城市的作用空间和补偿空间。构建大、中型城市通风廊道,将近郊与远郊的新鲜空气引入城市中心,并带走城区的高温湿热空气,是提升城市空气流通能力、缓解城市热岛效应、改善人体舒适度、降低建筑物能耗的有效途径^[8]。

城市风场是指城市中的风流动态,包括风速、风向和风的强度等,其风速、风向、分布和性质等要素特征在城市环境中具有重要作用,是仅次于遮挡阳光的改善城市热岛、降低温度的最有效途径^[9]、能提高高静风频率城市弱风状态下的平均风速,改善城市空气质量^[10]等。城市风场对城市的微气候环境有着直接的影响。首先,通风走廊可以通过合理设计和布局,引导风流,调节城市中的气温、湿度和空气质量,改善城市的微气候环境。其次,通风走廊的设计可以通过合理引导风流,提供较低温度、较高风速的空气,为人们提供更为舒适的室外环境。对于大、中型城市而言,城市风场的静风频率越低,扩散条件越好,有利于空气环境的保护^[11]。因此,在通风走廊的设计中,需要考虑城市风场的分布特点,掌握城市风场的分布、变化和性质等方面的内容,统计城市多年平均的风向频率结果,通过综合分析主导风向和静风频率,得到该城市的背景风场特征^[12],合理利用风场的动态来引导风流,以达到优化通风效果和改善城市环境的目的。

综上所述,合理的城市通风廊道规划有助于城市缓解气象和环境问题,并有机辨识目前大、中型城市发展规划研究中亟须解决的关键问题。本文围绕市县尺度通风廊道研究的目标,以南京市为例,结合南京市建设现状和规划情况,分析南京市历史气候态的地表温度数据和风场数据,构建出适配于南京市发展规划的通风廊道,为南京市规划以及宜居环境的优化提供科学依据。

1 研究区域概况

南京市^[13],又称古城金陵,位于中国东部地区,地理位置优越,南起北纬 $31^{\circ}14'$,北抵北纬 $32^{\circ}37'$,西起东经 $118^{\circ}22'$,东迄东经 $119^{\circ}14'$,现为江苏省省会,位于江苏省西南部,南京市总面积为 $6\,587.02\text{ km}^2$,三面环山,北临长江的河谷盆地之中。南京作为江苏省唯一的特大城市,区位及其地形如图1所示。南京市全市辖11区,分别为玄武、秦淮、建邺、鼓楼、栖霞、雨花台、江宁、浦口、六合、溧水、高淳^[14]。南



ASTER GDEM 30M 分辨率数字高程数据来源于地理空间数据云平台;南京市行政区划数据来源于国家基础地理信息中心平台

图1 基于 ArcGIS 软件制作的南京市区位及其地形图

京具有典型的北亚热带湿润气候特征,四季分明,雨水充沛,春秋短、冬夏长,年温差较大^[13]。

2 资料和方法

2.1 数据来源

(1)地表温度(land surface temperature, LST)数据集(国家青藏高原科学数据中心)的主要输入数据为 Terra/Aqua 中分辨率成像光谱仪(moderate-resolution imaging spectroradiometer, MODIS) LST 产品和全球高分辨率的陆面模拟产品(global land data assimilation system, GLDAS)等数据^[15],辅助数据包括卫星遥感提供的植被指数、地表反照率等。该数据集生产方法充分利用了卫星热红外遥感和再分析数据提供的地表温度高频分量、低频分量以及地表温度的空间相关性,最终重建得到较高质量的全天候地表温度数据集^[16]。本数据集的时间分辨率为逐日 4 次,空间分辨率为 1 km;时间跨度为 2000—2021 年;空间范围包括我国陆域的主要区域(包含港澳台地区,暂不包含南海诸岛)及周边区域(72°E~135°E, 19°N~55°N)。

(2)再分析数据集(<http://rda.ucar.edu/data/>

ds083.2)源自美国国家环境预报中心(National Centers for Environmental Prediction, NCEP)的再分析资料数据集(final operational global analysis, FNL)资料、GRIB2 (general regularly-distributed information in Binary form,与计算机无关的压缩的二进制编码,主要用来表示数值天气预报的产品资料)数据^[17],包括地面观测站点的气温、湿度、气压、风速、降水量等观测数据和通过数值计算得到的气象参数(如温度、风场、降水等),空间范围覆盖全球,空间分辨率为 1°×1°;时间分辨率为逐 6 h;时间跨度为 2021 年全年。本文的气象背景场驱动数据由全球数据通信网持续地采集并进行实时更新,经过数据分析和校正后形成^[18],数据质量较高。

2.2 模型方法

通风走廊模型流程图如图 2 所示。

(1)制作垂直剖面图(简称剖面图),将南京市气象要素叠加在垂直面上,详细了解南京市大气的三维空间结构,掌握大气垂直方向的结构特征。

使用 Python 绘制南京市内 119°E 的经向剖面图,以水平距离(本文以纬度)为横坐标,用高度(本

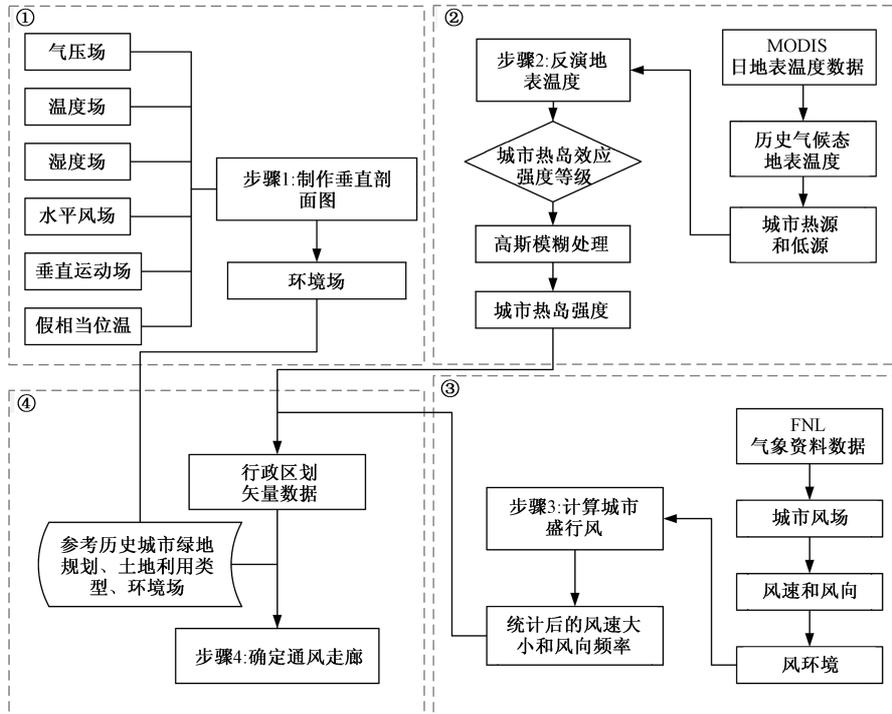


图 2 通风走廊模型流程

文以气压)作纵坐标,利用垂直剖面图,分析各种气象要素,如温度场、湿度场、水平风场、垂直运动、位温或假相当位温等气象要素。用以分析南京市地理环境。

(2)反演地表温度,叠加日地表温度数据得到历史气候态地表温度,获取南京市城市热源和低源。

城市热岛效应强度等级目前没有统一的划分标准。综合多种城市热岛强度分级标准和规范,依据《城市热岛效应监测技术规范》(DB35/T 1674—2017)、《城市热岛强度等级》(DB 21/T2016—2012)、《城市热岛效应评估技术指南》(第 1 版)等标准和技术规范,利用 MODIS 反演的地表温度逐日数据集来分析南京市历史气候态地表热岛强度^[19],为了消除气候环境的影响,更客观地分析温度场的分布及变化,对 MODIS 数据每个像素点的地表温度进行归一化处理^[3],定义像元的热岛指数为

$$L_i = \frac{T_i - \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n T_j}{\sigma} \quad (1)$$

式中: L_i 为热岛指数; T_i 、 T_j 为像元温度值; $i = 1, 2, \dots, n$; $j = 1, 2, \dots, n$; n 为研究区域内像元总数; σ 为研究区域内所有像元温度值的标准差。根据热岛指数由大到小划分为 7 个等级,如表 1 所示。

表 1 热岛强度等级划分

等级	指数范围	热岛强度等级
1	>3.0	强热岛
2	2.0~3.0	次强热岛
3	1.0~2.0	弱热岛
4	-1.0~1.0	无热岛
5	-2.0~-1.0	弱冷岛
6	-3.0~-2.0	次强冷岛
7	<-3.0	强冷岛

通过 Python 调用 `scipy.ndimage.filters.gaussian_filter` 对历史气候态地表温度得到的热岛指数进行高斯模糊处理,获取南京市空间分辨率为 1 km 城市热岛强度的分布结果。

(3)计算城市风场和频率,获取南京市盛行风。结合具体的气象资料数据,通过 Python 与 `xarray` 处理 NCEP 再分析资料获取城市风场,调用 `metpy` 计算城市距地面 10 m 处风速和风向,然后调用 `scipy.interpolate.interp2d` 的线性插值法和分析方法,将气象资料数据进行整合和处理,得到高时空分辨率的气象数据集,计算空间分辨率为 1 km 的南京市风环境,提取南京市本年度出现频率最高的风向^[20],开展风速大小和风向频率的统计分析工作,风向采用 16 方位累计频率统计法,风向频率计算公式如下:

$$g_n = \frac{f_n}{c + \sum_{n=1}^{16} f_n} \quad (2)$$

式中： g_n 为第 n 个方向出现风向频率； f_n 为选取时段内第 n 个方向出现风的次数； c 为静风出现的次数。

(4) 基于步骤(1)~步骤(3)的结果, 叠加江苏省行政区划矢量数据, 以南京县级行政区为基本单元。参考南京市历史城市绿地规划、土地利用类型 30 m 数据等辅助数据, 初步确定南京市宏观通风廊道走向。综合《南京市绿道详细规划(2020—2025 年)》, 锚固“一带、两片、两环、六楔”的市域生态骨架。“一带”: 长江绿色生态带, 由长江及其洲岛、湿地和两侧带状绿地构成, 形成市域绿色空间网络的主轴; “两片”: 结合南北田园乡村地区建设两片生态保护区, 以生态保护和郊野休闲功能为主, 是南京市主要的生态基底和斑块; “两环”: 绕城公路环及绕越高速公路环, 绕城公路环由江南的明外郭—秦淮新河、绕城公路绿环、江北的三桥生态廊道、老山森林公园、龙王山公园及八卦洲省级湿地公园组成; 绕越高速公路环由绕越高速公路绿环和老山北部公路三环绿地组成; “六楔”: 六条由外围向城镇内部楔入的绿色廊道, 以郊野公园和绿色

开敞空间为主, 联系外部山水生态空间与城镇内部结构性绿地, 是城市重要的通风廊道。充分尊重现有南京市城市格局: 江南绿道结构为“一江三环, 四廊街一网”; 江北绿道结构为“一江两环, 两廊街一网”, 细化南京市宏观通风廊道设计结果。

3 模型结果

3.1 南京市环境场特征

图 3 为基于 Python 绘制的 2021 年南京市 119°E 的经向剖面。其中, 纵坐标代表气压值, 范围为 200~1 000 hPa, 横坐标代表纬度值, 范围为 20~40°N。 q 比湿图(填色)、 v 风矢图(矢量箭头)、 w 垂直速度图(蓝色虚线)、 θ_e 假相当位温图(棕色实线)、地形填充(黑色填充)。由图 3 可知, 南京市地势主要位于气压值 850 hPa 以上的大气环境中, 位温在 300 K 上下浮动, 在数据时间段内, 南京市主要盛行东风, 在气压值低于 400 hPa 时, 东风和西向风开始交替盛行, 位温值也由 300 K 攀升到 350 K, 但风垂直速度变化弱。

3.2 南京市热岛分布特征

图 4 为基于 MODIS 地表温度产品的 2021 年南京市热岛强度等级分布图。由图 4 可知, 城乡的温差较小, 主要的低温区集中在水域部分。通过热岛效应的空间分布情况进行分析, 强热岛主要集中

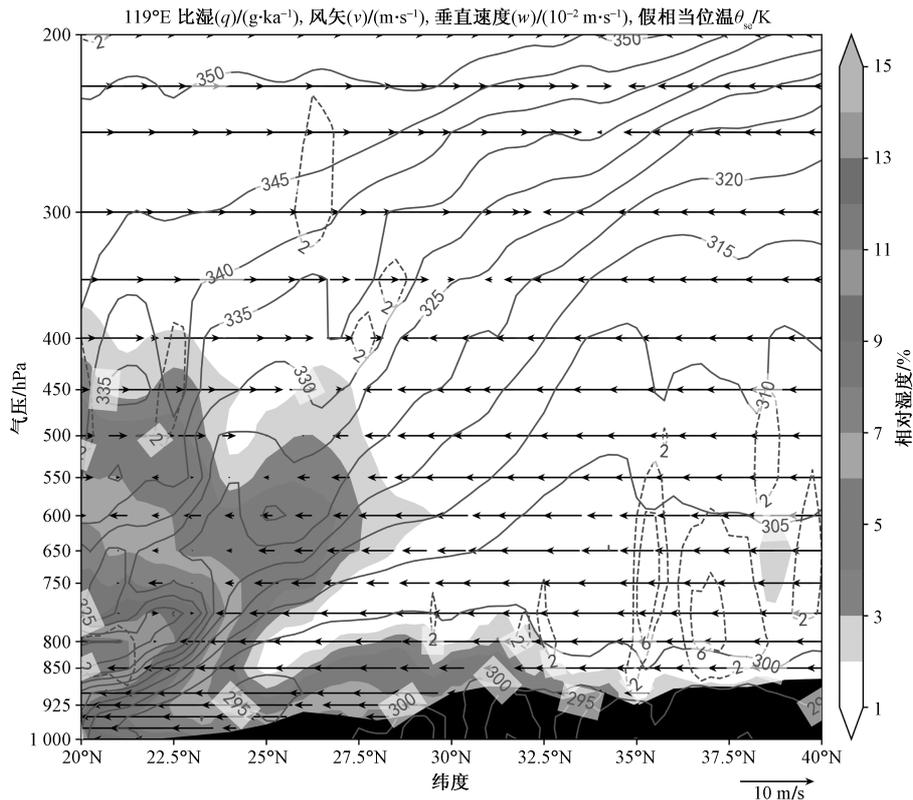


图 3 119°E 经向剖面

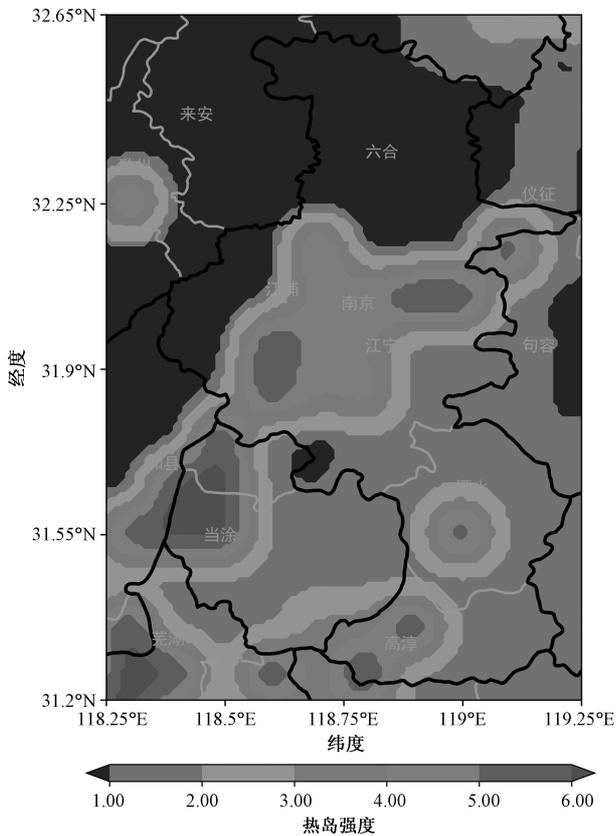


图4 南京市热岛强度分布

于建筑众多、人口聚集的中心城区,且热岛集中、相连成片。城市内部的植被和水域地区的热岛强度处于较低的程度。所以建议在建设城市的过程中着重考虑城市内部绿化的建设。提升城市的绿化覆盖度可以一定程度上减轻热岛强度。栖霞区、鼓楼区、玄武区、建邺区、秦淮区、雨花台区、高淳区和溧水区中部地区,除了水体和部分绿地区域,大部地区呈现不同程度的热岛分布;六合区、浦口区和江宁区除了建筑和裸土区域呈弱热岛,其余基本无热岛出现,水体为冷岛。水体具有较强的热量储存能力,水分蒸发时的耗热能有效降低贴地气层的温度,增加水域的面积,可以对城市温度起调节作用。故浦口区北部、六合区和江宁区的城郊绿地和水体可作为城市冷源,通过设计通风廊道,利用主导风将冷源和中心热岛区串联,引入冷源自然风,导出南京市热空气,形成局地对流,削弱中心城区连片热岛发展,缓解南京市热岛效应。

3.3 南京市背景风场特征

图5为基于FNL气象再分析数据的2021年南京市背景风场玫瑰图。不同风速段的风速频率进行统计表明,1.6~3.3 m/s段(“软轻风”)出现频率超过全部风速段的七成以上,其中东北风尤为显

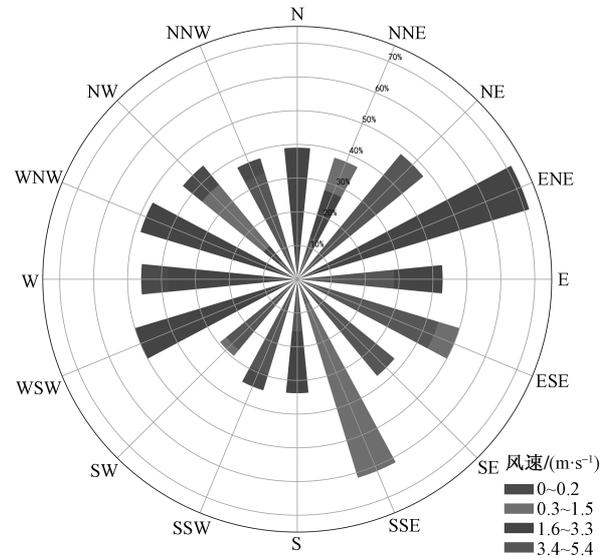


图5 南京市背景风场

著。由图5可知,南京市2021年以偏北风为主,尤其是东北风和西北风。“软轻风”是城市通风廊道通风效果最明显的风段。结合南京市热岛强度等级分布图和背景风场特征分析,可初步确定南京市宏观通风廊道的走向。

3.4 南京市通风廊道设计结果

图6为结合遥感影像数据和气象再分析资料构建出适配于南京市发展规划的5条宏观通风廊道/通风走廊。在分工与设计原则上,宏观通风廊道的设计应尽可能与南京市主导风向平行或近似平行,并充分利用面积较大、生态环境较好的绿地、山地、河流等生态冷源。宏观廊道的设置应起到辅助和延展南京市城市通风效能以及沟通、连接局地生态冷源和风环境较差区域的功能。具体如下:①由六合区沿着盛行风(东北风)方向,跨越长江流域,将冷源送至栖霞区;②由浦口区北部地势较高的山区(永宁镇、盘城镇和汤泉镇等)向浦口区地势较低的东南地带(江浦街道)、雨花区西北部的镇区送冷源;③江宁区东部郊区(汤山镇)贯穿整个城区,联通江宁区 and 雨花台区交界处(铁心桥街道和东山街道等),提供了绝佳的通风廊道;④江宁区南部与溧水区交界处和溧水区东部(东屏镇和白马镇)向溧水区中心地带,可有效降低城区气温,阻止热岛连块成片发展,同时可引入郊区清新空气;⑤高淳区东部(桤溪镇)出发,向高淳区中部和西部输送冷源,以减小风速阻力,构建区内廊道。

4 结语

本文结合历史南京市通风走廊研究结果和建设规划现状,分析南京市历史气候态的地表温度

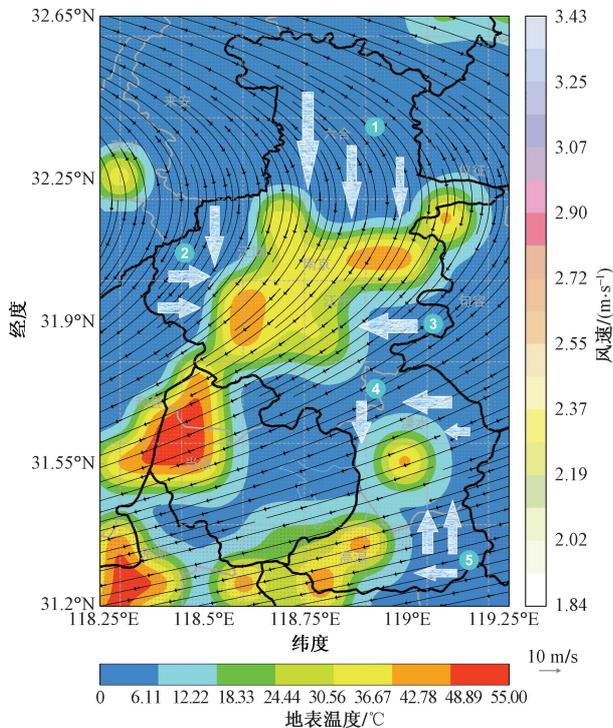


图6 南京市通风廊道模型结果

数据和城市风场数据,统筹考虑近年来南京市需解决的气象和环境问题,设计出适配于南京市发展规划的5条宏观通风廊道,具体结论如下。

(1)通过卫星遥感反演的南京市历史气候态地表温度结果可知,南京市中心区域热岛明显,特别是栖霞区、雨花区和江宁区交界处、溧水区洪蓝镇和晶桥镇、高淳区砖墙镇和漆桥镇热岛集中、相连成片。合理规划城市的建筑分布,适当分散高层建筑物、降低建筑物密度便于散热和通风。对城市的建筑分布进行优化,可以大幅度缓解城市热岛效应。

(2)通过气象再分析资料计算的南京市城市风场和频率结果可知,南京市郊区至中心城区风速逐步减小,以北风或东北风为主,明显的主导风向利于通风廊道的规划。通过设计通风廊道,利用主导风将城郊绿地和水体同中心热岛区串联,引入冷源自然风,导出城市热空气,形成局地对流,可缓解城市热岛效应。

(3)基于南京市风、热环境和下垫面信息,设计出的5条宏观通风廊道构成南京市通风廊道体系,以期为南京市城镇化发展期间应对气候变化提供参考借鉴。

参考文献

[1] 房小怡,李磊,刘宛,等.我国城市通风廊道研究与实践

进展[J]. 生态学杂志, 2021, 40(12): 4088-4098.

[2] 占龙飞,胡菊芳,陈亮等.南昌城市通风廊道体系构建方法初探[J]. 气象与环境科学, 2022, 45(6): 92-100.

[3] 成丹,许杨,刘静,等.武汉市东南部通风廊道构建和气象效应研究[J]. 长江流域资源与环境, 2022, 31(11): 2500-2513.

[4] FANG Y, ZHAO L. Assessing the environmental benefits of urban ventilation corridors: a case study in Hefei, China[J]. Building and Environment, 2022, 212: 108810.

[5] ZHANG X, ZHOU J, LIANG S, et al. A practical reanalysis data and thermal infrared remote sensing data merging (RTM) method for Reconstruction of a 1-km all-weather land surface temperature[J]. Remote Sensing of Environment, 2021, 260: 112437.

[6] ZHANG X, ZHOU J, GÖTTSCHE F, et al. A method based on temporal component decomposition for estimating 1-km all-weather land surface temperature by merging satellite thermal infrared and passive microwave observations[J]. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 2019, 57: 4670-4691.

[7] ZHOU J, ZHANG X, ZHAN W, et al. A thermal sampling depth correction method for land surface temperature estimation from satellite passive microwave observation over barren land[J]. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 2017, 55: 4743-4756.

[8] 许涛,邵彤,李涵璟,等.城市通风廊道研究进展[J]. 景观设计, 2022(6): 54-61.

[9] 宋甫.塔里木盆地地面风场与FNL风要素的误差分析[D].南京:南京信息工程大学, 2013.

[10] 谭海燕,邵珠晓,梁丙臣,等.ERA5风场与NCEP风场在黄海、东海波浪模拟的适用性对比研究[J]. 海洋通报, 2021, 40(5): 524-540.

[11] 翁清鹏,张慧,包洪新,等.南京市通风廊道研究[J]. 科学技术与工程, 2015, 15(11): 89-94.

[12] 卢飞红.基于GIS和地表粗糙度评价的南京市主城区通风廊道识别研究[D].南京:南京大学, 2016.

[13] 王艳.基于Google Earth Engine云平台的南京市土地资源资产核算研究[D].南京:南京邮电大学, 2022.

[14] 汪森,陈振杰,周琛.城市绿色开敞空间可达性研究——以南京市中心城区为例[J]. 生态学报, 2023, 43(13): 5347-5356.

[15] 周纪,张晓东,唐文彬,等.中国陆域及周边逐日1 km全天候地表温度数据集(TRIMS LST; 2000—2021)[R]. 国家青藏高原科学数据中心. <https://doi.org/10.11888/Meteoro.tpdc.271252>.

[16] ZHOU J, ZHANG X, TANG W, et al. Daily 1-km all-weather land surface temperature dataset for the Chinese landmass and its surrounding areas (TRIMS LST; 2000—2021)[R]. National Tibetan Plateau/Third Pole Environment Data Center. <https://cstr.cn/18406.11.Meteoro.tpdc.271252>.

[17] 刘媛媛,应显勋,赵芳. GRIB2介绍及解码初探[J]. 气象科技, 2006(S1): 61-64.

- [18] 史小康, 程文聪, 忤建勋, 等. 下载及裁剪美国 GFS 全球数值天气预报资料的方法[J]. 气象水文海洋仪器, 2021, 38(3): 79-81.
- [19] HAN L, LU L, FU P, et al. Exploring the seasonality of surface urban heat islands using enhanced land surface temperature in a semi-arid city [J]. Urban Climate, 2023, 49: 101455.
- [20] JIA W, ZHANG X, WANG H, et al. Comprehensive evaluation of typical planetary boundary layer (PBL) parameterization schemes in China. Part II: Influence of uncertainty factors[J]. Geoscientific Model Development Discussions, 2023, 223: 1-34.

Potential Urban Ventilation Corridors Based on Remote Sensing Imagery and Reanalysis Data: A Case Study on Nanjing City

LU Yijie¹, HUANG Danni²

(1. Piesat Information Technology Co. Ltd., Nanjing 210012, China;

2. College of Geographic Information and Tourism, Chuzhou University, Chuzhou 239000, Anhui, China)

Abstract: The increasing urbanisation process has led to the intensification of the urban heat island effect and the difficulty of air flow within the city, making it important to strengthen the planning of urban ventilation corridors. This paper is based on the Python development language, interpreting remote sensing images and reanalyzing data to develop an algorithmic model of Nanjing's ventilation corridors, as follows: Processing MODIS data by Python with GDAL to obtain urban surface temperature values, then calling Scipy to Gaussian fuzzy the frequency map to obtain the distribution of urban heat and low sources at a spatial resolution of 1 km; Processing NCEP reanalysis data through Python with Xarray to obtain urban wind fields, and then invoking Scipy linear interpolation method to calculate urban wind environments with a spatial resolution of 1 km; Based on the results of the two distributions, combined with vector data of provincial administrative divisions, taking county-level administrative divisions as the basic unit and referring to historical urban green space planning, the ventilation corridor alignment was determined. This paper ultimately identifies five potential ventilation corridors and gives sound advice on planning controls.

Keywords: Nanjing; MODIS; NCEP; urban ventilation corridors