

# 基于空气花粉表征的北京地区植物花期物候的区域差异\*

孙爱芝<sup>1,2†</sup>, 吴双双<sup>1</sup>, 李雪银<sup>1</sup>, 叶彩华<sup>3</sup>

(1 中国科学院大学地球与行星科学学院 中国科学院计算动力学重点实验室, 北京 101408;

2 中国科学院大学 北京燕山地球关键带国家野外观测研究站, 北京 100049; 3 北京市气象服务中心, 北京 100097)

(2022年9月8日收稿; 2023年2月17日收修改稿)

Sun A Z, Wu S S, Li X Y, et al. Regional differences in the flowering phenology of plants in Beijing based on airborne pollen data[J]. Journal of University of Chinese Academy of Sciences, 2024, 41(4):517-523. DOI:10.7523/j.ucas.2023.011.

**摘要** 空气花粉是不同时空纬度下物候学事件的有力佐证之一。利用北京地区2个研究点(怀柔区、石景山区)的伞蓬式花粉采样器采集2020年3月1日—5月31日期间的空气花粉,从空气花粉的角度研究春季开花植物花期物候的区域特征,并探讨开花始期和花期与气温的关系。研究表明:1)怀柔、石景山2个区域的春季空气花粉类型及含量存在一定的区域差异。怀柔区空气花粉分属18个科属,以柏科花粉最多(65%),其次是杨属、松属、榆属和蔷薇科;石景山区空气花粉分属16个科属,虽仍以柏科花粉为主(41%),但含量低于怀柔区,豆科、榆属和木樨科含量次之。2)2个区域春季主要开花植物的开花始期和花期也存在差异,表现为春季温度更高的石景山区植物开花始期除杨属(晚2 d)外,均早于怀柔区,平均早约7 d。3)同一区域不同时期随着气温的升高,春季开花植物开花始期、花期呈现明显的提前趋势。这与前人基于植物物候观测的结果基本一致,说明利用空气花粉监测也能很好地反映植物开花物候的时间和状态,可为植物物候学研究提供多学科和多角度的补充与参考。

**关键词** 空气花粉;开花始期;花期;怀柔区;石景山区

中图分类号:Q948 文献标志码:A DOI:10.7523/j.ucas.2023.011

## Regional differences in the flowering phenology of plants in Beijing based on airborne pollen data

SUN Aizhi<sup>1,2</sup>, WU Shuangshuang<sup>1</sup>, LI Xueyin<sup>1</sup>, YE Caihua<sup>3</sup>

(1 CAS Key Laboratory of Computational Geodynamics, College of Earth and Planetary Sciences, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 101408, China; 2 Beijing Yanshan Earth Critical Zone National Research Station, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China; 3 Beijing Meteorological Service Center, Beijing 100097, China)

**Abstract** Airborne pollen is a strong corroboration of phenological events at different spatial and

\* 北京市自然科学基金(8212038)、科技部科技基础资源调查专项(2022FY100103)和高校基本科研业务费专项资助

† 通信作者, E-mail: aizhisun@ucas.ac.cn

temporal latitudes. Airborne pollen was collected from March 1 to May 31, 2020, using umbrella pollen samplers at two research sites in Beijing (Huairou District, Shijingshan District), with the aim of studying the regional characteristics of flowering phenology of spring-flowering plants from the perspective of airborne pollen, and analyzing the relationship between first flowering time, flowering duration of plants and temperature. The results showed that: 1) There are some regional differences in the airborne pollen types and content between Huairou and Shijingshan districts. The airborne pollen in Huairou District belongs to 18 families and genera, with the highest content being Cupressaceae pollen (65%), followed by *Populus*, *Pinus*, *Ulmus*, Rosaceae. The airborne pollen in Shijingshan District belongs to 16 families and genera, with Cupressaceae pollen dominating (41%) but lower than that in Huairou District, followed by Fabaceae, *Ulmus* and Oleaceae. 2) There are some differences in the first flowering time and flowering duration of spring flowering plants in two areas. The first flowering times in Shijingshan District, which exhibits higher spring temperatures, are earlier than those in Huairou District, except for *Populus* (2 days later), ranging from 2 to 16 days earlier, with an average of about 7 days. 3) Airborne pollen monitoring data indicates that the first flowering time of spring flowering plants also shows a clear trend of advancement with increasing temperatures in different periods in the same area. These results are basically consistent with the previous results based on plant phenology observation, which indicates that the monitoring results of airborne pollen can also reflect the time and the state of plant flowering phenology, and can provide a multi-disciplinary supplement and reference for the study of plant flowering phenology.

**Keywords** airborne pollen; first flowering; flowering duration; Huairou District; Shijingshan District

植物物候是指植物长期适应外界环境条件而出现的以年为周期的自然现象<sup>[1]</sup>,主要包括萌芽、发叶、开花、结果、叶黄、叶落等过程<sup>[1-2]</sup>,是自然界中对气候变化最为敏感和易观察的指标之一<sup>[3]</sup>,亦是对外界环境变化敏感而精确的感应器<sup>[4-6]</sup>。因此,在全球气候变暖和城市化进程不断推进的大背景下,城市植物物候越来越受到关注,逐渐成为物候学研究的一个热点。

地面物候观测(人工观测)和遥感技术解译是目前广泛使用的获取植物物候数据的方法<sup>[7-8]</sup>。但由于地面观测空间代表性差且物候期的判定还需要观测者具备一定的经验,人力成本高<sup>[9]</sup>,而遥感影像的解读特别是开花始期、花期、开花末期是比较困难的<sup>[10]</sup>。所以为增进对植物物候的理解,需要将多个学科和跨多个空间尺度的长期监测数据相结合,以弥补上述方法的不足<sup>[5,11]</sup>。

植物花期物候研究对赏花活动安排、园林景观布置和致敏花粉预防和防治等具有重要意义<sup>[12]</sup>。植物开花后,大量的花粉散播在大气中,又称为“空气花粉”,其种类、数量及变化趋势与当地的植物种类、地理位置、气象条件等因素息息相关<sup>[13-14]</sup>,是不同时空纬度下物候学事件的有力

佐证之一。另外,小空间尺度上植物花期物候特征可能因局地环境不同而有所差异,还需要多方位的系统研究。所以本文以北京市怀柔区和石景山区 2 个空气花粉监测点为依托,利用 2020 年 3 月 1 日—5 月 31 日空气花粉数据,尝试从空气花粉监测资料的角度研究常见春季开花植物花期物候的区域差异,并探讨主要春季开花植物始花期、花期与气温的关系,以为植物物候学研究提供有力补充和参考。

## 1 研究区概况

北京市位于华北平原北部,39°26′~41°03′N, 115°25′~117°30′E 之间,平均海拔 43.5 m (图 1)。地貌单元属于燕山。本市属于暖温带半湿润大陆性季风气候,四季分明,年平均气温 13.8℃,年平均降水量 528 mm,降水季节差异明显,主要集中于夏季;自然植被区划属于暖温带落叶阔叶林<sup>[15]</sup>。

本研究空气花粉监测点有 2 个,一个位于北京市北部的怀柔区气象站内(40.22°N, 116.38°E, 75.7 m),站内及周围主要木本植物有圆柏(*Juniperus chinensis*)、侧柏(*Platycladus orientalis*)、



(*Fraxinus*)、桦属(*Betula*)、松属(*Pinus*)。春季空气花粉中以柏科花粉最多,占研究时段花粉总数的 65%;杨属、松属、榆属、蔷薇科次之,分别为 8%、7%、5%、4%;桑科、桦属、柳属、白蜡树属也有一定含量(图 2)。

采集自北京市中西部石景山区的空气花粉样品 92 个,共观察到 166 868 粒花粉,分类到 16 个科属,分别是:银杏科(*Ginkgoaceae*)、柏科、木樨科、椴树科(*Tiliaceae*)、蔷薇科、桑科、壳斗科、豆科、禾本科、莎草科、杨属、榆属、柳属、白蜡树属、桦属、松属。春季空气花粉中含量最高的也是柏科,占研究时段总数的 41%,其次是豆科(17%)、榆属(10%)、木樨科(6%)、杨属(5%)、松属(5%)、银杏科(4%)、蔷薇科(4%)、白蜡树属(3%)等(图 2)。

3.2 春季开花植物物候特征

由于不同植物花期不同,导致空气中的花粉具有不同的散播时间,即花粉浓度有明显的时间差异。图 3 显示的是怀柔区 7 种春季开花植物花粉每日的浓度变化,结果显示:榆属花粉高峰出现在 3 月中旬,花期为 3 月 6 日—4 月 13 日,持续 38 d;柏科花粉(花期为 3 月 16 日—3 月 31 日,持续 15 d)、杨属花粉(花期为 3 月 11 日—4 月 13 日,持续 33 d)高峰出现在 3 月中下旬和 4 月上旬;柳属花粉高峰出现在 3 月下旬至 4 月上中旬,

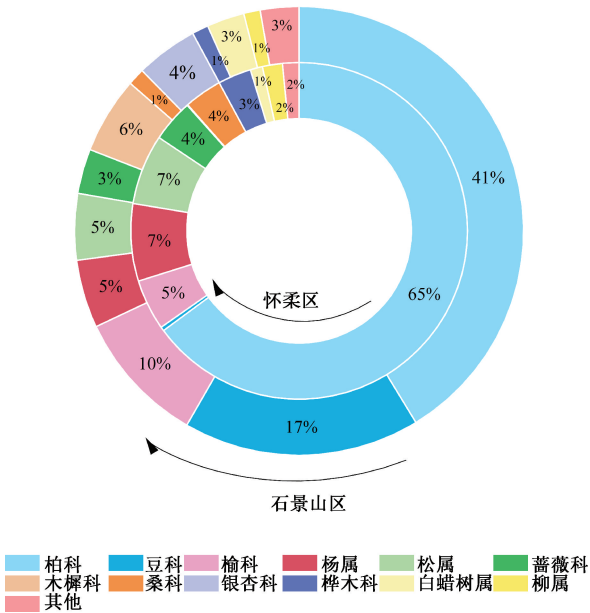


图 2 北京市怀柔区(内环)和石景山区(外环)春季主要空气花粉类型含量图

Fig. 2 Percentages of main spring pollen types in Huairou District (inner ring) and Shijingshan District (outer ring)

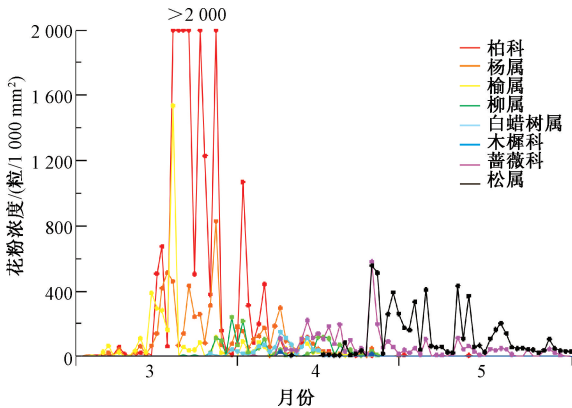


图 3 北京市怀柔区春季 7 种主要空气花粉类型浓度变化曲线

Fig. 3 Concentration changes of 7 main spring pollen types in Huairou District, Beijing

花期为 3 月 24 日—4 月 22 日,持续 29 d。其他春季开花植物如白蜡树属花粉花期为 3 月 25 日—4 月 13 日,持续 19 d;木樨科为 4 月 6 日—4 月 23 日,持续 17 d;蔷薇科为 4 月 6 日—5 月 25 日,持续 49 d;松属为 4 月 18 日—5 月 29 日,持续 41 d。

图 4 显示的是石景山区 7 种春季开花植物花粉每日的浓度变化,结果显示:榆属花粉高峰出现在 3 月中旬,花期为 3 月 2 日—4 月 6 日,持续 35 d;柏科花粉(花期为 3 月 11 日—3 月 31 日,持续 20 d)、杨属花粉(花期为 3 月 11 日—4 月 25 日,持续 43 d)高峰出现在 3 月中下旬;柳属花粉高峰出现在 3 月下旬,花期为 3 月 8 日—4 月 4 日,持续 27 d。其他春季开花植物如白蜡树属花粉高峰出现在 4 月上中旬(花期为 4 月 5 日—5 月 11 日,持续 36 d),桑科花粉出现在 4 月中旬至 5 月下旬,松属花粉高峰出现在 4 月中旬至 5 月

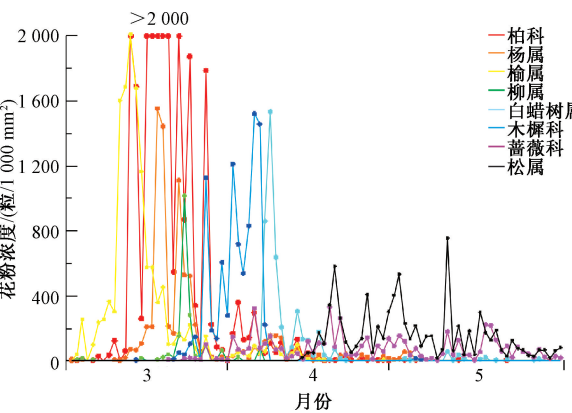


图 4 北京市石景山区春季 7 种主要空气花粉类型浓度变化曲线

Fig. 4 Concentration changes of 7 main spring pollen types in Shijingshan District, Beijing



中旬(花期为 4 月 15 日—6 月 2 日,持续 68 d);  
蔷薇科为 3 月 25 日—6 月 1 日,持续 68 d。

4 讨论

4.1 空气花粉种类和数量的区域差异

空气花粉主要来自周围植物,并受一定环境因素的影响。本研究的 2 个区域春季空气中均出现了柏科、松属、杨属、柳属、蔷薇科、禾本科、菊科和豆科花粉,而这些植物也都在 2 个研究区周围(10 km 范围内,见图 1)分布,可认为是当地花粉,其含量超过 80%,这说明空气花粉能够准确地反映周围植物种类的信息。但空气花粉中还有桦属、壳斗科等木本植物花粉类型,而这些植物多见于周围山地。如图 1 所示,壳斗科中的多种栎属(槲栎、辽东栎和蒙古栎)植物和白桦林主要分布在北京市的西部和北部山区。说明上述植物花粉主要是从周围山地随风传播而来,属于区域植物花粉。这与张金谈<sup>[21]</sup>的研究结果一致。

但 2 个区域不同植物的空气花粉含量存在差异,最明显的是怀柔区空气花粉中以柏科最多,占 65%,其次是杨属、松属、榆属;而石景山区虽也以柏科最多(41%),但含量明显低于怀柔区,其次是豆科、榆属和木樨科。这主要与怀柔区柏科植物分布面积更大、离取样点更近以及 2 个区域部分当地植物种类不同有关。

值得注意的是,北京市石景山区及附近的空气花粉种类随时间也出现明显变化。如张金谈<sup>[21]</sup>对北京市西郊 1963 年 3 月—1964 年 2 月空气花粉的监测结果显示,空气中有一定含量的玉米(1%)和蓖麻(2.2%)花粉,而在 2020 年的样品中未见到这 2 种花粉,这可能与城市化水平不断提高,自然土地类型受人类活动影响而转变有关,如不透水面、绿地环境等城乡建设用地面积增加,农用地面积减少<sup>[22-24]</sup>。同时,与 20 世纪 60 年代数据<sup>[21]</sup>相比,2020 年北京市石景山区及周边春季空气花粉中柏科花粉含量明显增加,出现了银杏科花粉,杨属(5%)、柳属(2%)花粉含量明显下降,这可能与周围山地生态环境保护、改善居民健康环境有关。因为每年春季的杨柳絮纷飞,严重影响市民出行和健康,近几十年北京市不断改进植物种类,减少杨树和柳树的数量,引进大量的可替代的景观种树<sup>[25-26]</sup>。

4.2 植物花期的区域对比及影响因子分析

2020 年怀柔区和石景山区空气中最早出现

的是榆属花粉,然后是杨柳科和柏科花粉,这与上述植物的开花期是一致的,也与前人的研究一致<sup>[21]</sup>。但 2 个地点春季主要开花植物的开花始期和花期时间存在一定的差异。

本文选择 7 种春季开花植物花粉计算其开花始期和花期。如图 5 所示,除杨属(晚 2 d)外,石景山区春季开花植物开花始期普遍早于怀柔区,约早 2~16 d,平均早约 7 d;而开花末期时间不具有明显的规律;花期持续时间普遍长于怀柔区。这与陶泽兴等<sup>[27]</sup>的研究结果一致。该研究利用“中国物候观测网”在西安和宝鸡 2 个站点 21 个共有物种的开花始期和开花末期实际观测数据进行分析,结果表明,在同一气候区的不同站点,因增温幅度不同,植物的始花期变化存在较大差异,即部分物种开花始期在西安的提前趋势明显强于在宝鸡的提前趋势。本文尝试对比了 2020 年怀柔区和石景山区春季(3—5 月)每日平均气温的变化,发现两地春季日平均气温确有差异。如图 6 所示,石景山区 2020 年春季日平均气温除个别天数外,均高于怀柔区,温差最高为 2.5℃,平均

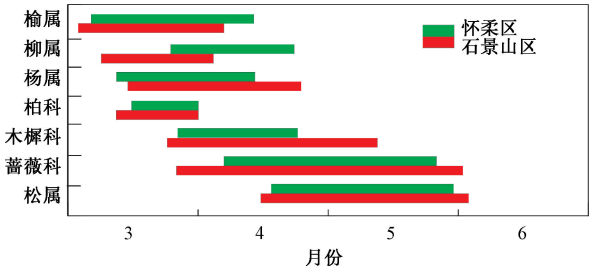
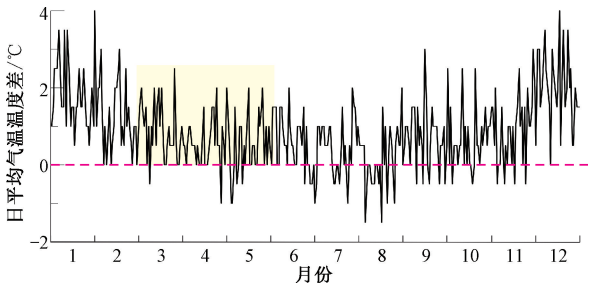


图 5 北京市怀柔区和石景山区 7 种春季开花植物开花时间和花期时间对比图  
Fig. 5 Comparison of first flowering and flowering duration of 7 spring flowering plants in two regions of Beijing



图中黄色区域为春季。  
图 6 2020 年北京市石景山区与怀柔区日平均气温温度差  
Fig. 6 Daily average temperature difference between Shijingshan and Huairou Districts in 2020 (the yellow area is spring)

温差为 0.7℃。综合 2 个区域空气花粉监测结果,可能意味着春季气温升高会导致区域内春季开花植物开花始期总体提前。这与前人的诸多研究结果基本一致<sup>[28-30]</sup>。

20 世纪 60 年代有学者对北京西郊的空气花粉进行了研究<sup>[21]</sup>,其观测点与本文石景山区观测点较近,所以可以从时间上进行对比。通过对比发现,2020 年北京西郊春季开花植物如杨属、柳属和柏科花粉的开花始期均较 1963 年提前(从 4 月上旬提前到 3 月上中旬),榆属花粉的开花始期从 3 月 12 日提前到 3 月 2 日;花期长度由原来的 9~16 d 延长到 20~43 d。进一步对比 2 个年份 2—5 月的月均气温发现,2020 年比 1963 年升高 1.9~3.2℃,这似乎也说明春季气温的升高能促使春季开花植物开花始期的提前及花期的延长。这与前人基于植物物候地面观测的研究结果较一致<sup>[30-32]</sup>。如代武君等<sup>[31]</sup>对典型东北木本植物开花始期和花期的研究发现,1989—2018 年相较于 1962—1988 年有 95% 的物种表现出开花始期提前,大部分植物花期延长;1990—2007 年间,北京地区 48 种植物的始花期比 1963—1989 年提前 5.4 d<sup>[32]</sup>;近 50 年来,北京西郊地区观花期开始日(开花始期)提前 1.6 d/10 a,结束日提前 0.5 d/10 a,观赏期(花期)延长 1.2 d/10 a<sup>[30]</sup>。

## 5 结论

基于 2020 年北京市怀柔区和石景山区春季(3 月 1 日—5 月 31 日)空气花粉监测结果显示,空气花粉的种类与所在区域分布的植物类型有直接关系,空气花粉能够准确地反映周围植物种类及区域性植物。但 2 个区域部分空气花粉含量有一定差异。具体表现为怀柔区空气花粉分属 18 个科属,并以柏科花粉最多(65%),其次是杨属、松属、榆属,并伴有一定数量的蔷薇科、桑科、桦属和柳属;石景山区空气花粉分属 16 个科属,也以柏科最多,但含量低于怀柔区(41%),其次是豆科、榆属和木樨科,并且出现了银杏科、椴树科花粉。

空气花粉监测结果还显示,怀柔区和石景山区虽属于同一气候区,但 2 个区域春季开花植物的开花始期和花期长度存在明显差异,表现为除杨属(晚 2 d)外,石景山区春季开花植物开花始期早于怀柔区,早 2~16 d,平均约 7 d;花期普遍较长。这可能与 2 个区域春季气温不同有关,即

春季气温较高的石景山区春季开花植物开花始期早于春季气温较低的怀柔区。同时,空气花粉监测数据也指示即使同一区域,不同时期随着气温的升高,春季开花植物开花始期也呈现明显的提前趋势。这些都与前人基于植物物候地面观测的结果基本一致,说明利用空气花粉监测结果也能反映植物开花物候的时间和状态,可为植物花期物候学研究提供多学科和多角度的补充与参考。

需要说明的是,由于影响植物开花的因素众多,其对温度敏感性的响应机制仍不明确,未来还需要延长观测时间、加强地面物候观测、增加气象因子监测等相结合的系统研究。

本文部分数据来自北京市气象局和首都医科大学附属北京同仁医院联合观测数据,在此表示感谢。

## 参考文献

- [1] 竺可桢,宛敏渭. 物候学增订本[M]. 北京:科学出版社,1980.
- [2] 葛全胜,戴君虎,刘浩龙,等. “中国物候观测网”北京站典型植物物候观测数据[J]. 地理学报, 2014, 69(S01): 10097199-202. DOI:10.11821/dlxb2014S019.
- [3] Badeck F W, Bondeau A, Böttcher K, et al. Responses of spring phenology to climate change[J]. New Phytologist, 2004, 162(2):295-309. DOI:10.1111/j.1469-8137.2004.01059.x.
- [4] 陈朱. 城市化对春季开花植物物候的影响[D]. 上海:华东师范大学,2011.
- [5] Shen M G, Wang S P, Jiang N, et al. Plant phenology changes and drivers on the Qinghai-Tibetan Plateau[J]. Nature Reviews Earth & Environment, 2022, 3(10): 633-651. DOI:10.1038/s43017-022-00317-5.
- [6] 孟凡栋,周阳,崔树娟,等. 气候变化对高寒区域植物物候的影响[J]. 中国科学院大学学报, 2017, 34(4):498-507. DOI:10.7523/j.issn.2095-6134.2017.04.012.
- [7] Zhu K Z. A preliminary study on the climatic fluctuations during the last 5 000 years in China[J]. Science in China, Ser. A, 1973, 16(2):226-256.
- [8] 卞萌,郭树毅,王威,等. 融合植被遥感数据的北京市次日花粉浓度预测[J]. 地球信息科学学报, 2021, 23(9): 1705-1713. DOI:10.12082/dqxxkx.2021.200475.
- [9] 翟佳,袁光辉,吴家兵. 植物物候变化研究进展[J]. 生态学杂志, 2015, 34(11):3237-3243. DOI:10.13292/j.1000-4890.20151023.030.
- [10] 郭庆华,胡天宇,马勤,等. 新一代遥感技术助力生态系统生态学研究[J]. 植物生态学报, 2020, 44(4):418-435. DOI:10.17521/cjpe.2019.0206.
- [11] Yang B, He M H, Shishov V, et al. New perspective on

- spring vegetation phenology and global climate change based on Tibetan Plateau tree-ring data [J]. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2017, 114(27):6966-6971. DOI:10.1073/pnas.1616608114.
- [12] 仲舒颖,葛全胜,戴君虎,等.中国典型观赏植物花期模型建立及过去花期变化模拟[J].资源科学,2017,39(11):2116-2129. DOI:10.18402/resci.2017.11.10.
- [13] 徐景先,李耀宁,张德山.空气花粉变化规律和预测预报研究进展[J].生态学报,2009,29(7):3854-3863. DOI:10.3321/j.issn:1000-0933.2009.07.048.
- [14] 陈立欣,张芸,孔昭宸.新疆艾比湖小叶桦湿地空气花粉散布特征及其与气象因子的关系[J].中国科学:地球科学,2021,51(11):1935-1949. DOI:10.1360/N072020-0346.
- [15] 张新时.中国植被及其地理格局中华人民共和国植被图(1:1000000)说明书[M].北京:地质出版社,2007.
- [16] 贺文同.北京木本植物区系地理分析[J].北京林业大学学报,1992,14(2):102-106. DOI:10.13332/j.1000-1522.1992.02.016.
- [17] 王伏雄,钱南芬,张玉龙,等.中国植物花粉形态[M].2版.北京:科学出版社,1995.
- [18] 叶世泰,乔秉善,路英杰,等.中国气传花粉图谱[M].北京:北京科学技术出版社,1989.
- [19] Jato V, Rodríguez-Rajo F J, Alcázar P, et al. May the definition of pollen season influence aerobiological results? [J]. Aerobiologia, 2006, 22(1):13-25. DOI:10.1007/s10453-005-9011-x.
- [20] Fang Y M, Ma C M, Bunting M J, et al. Airborne pollen concentration in Nanjing, Eastern China, and its relationship with meteorological factors [J]. Journal of Geophysical Research: Atmospheres, 2018, 123(19):10842-10856. DOI:10.1029/2018jd029026.
- [21] 张金谈.北京西郊空气中的花粉[J].Journal of Integrative Plant Biology, 1964, 12(3):282-285.
- [22] 岳攀.基于RS的北京市海淀区城市热岛效应及驱动力研究[D].北京:北京林业大学,2017.
- [23] 王佳,熊妮娜,董斌,等.基于RS的近20年北京市土地利用景观格局变化分析[J].北京林业大学学报,2008,30(S1):83-88. DOI:10.13332/j.1000-1522.2008.sl.002.
- [24] 胡莹洁,孔祥斌,张宝东.30年来北京市土地利用时空变化特征[J].中国农业大学学报,2018,23(11):1-14. DOI:10.11841/j.issn.1007-4333.2018.11.01.
- [25] 陶泽兴,葛全胜,戴君虎,等.1980—2018年中国东部主要木本植物展叶始期的温度相关时段变化[J].生态学报,2020,40(21):7777-7789. DOI:10.5846/stxb202004070821.
- [26] 陶泽兴,葛全胜,王焕炯.1963—2018年中国垂柳和榆树开花始期积温需求的时空变化[J].地理学报,2020,75(7):1451-1464. DOI:10.11821/dlxb202007009.
- [27] 陶泽兴,葛全胜,徐韵佳,等.西安和宝鸡木本植物花期物候变化及温度敏感度对比[J].生态学报,2020,40(11):3666-3676. DOI:10.5846/stxb201905100956.
- [28] Chen X Q, Xu L. Temperature controls on the spatial pattern of tree phenology in China's temperate zone[J]. Agricultural and Forest Meteorology, 2012, 154/155:195-202. DOI:10.1016/j.agrformet.2011.11.006.
- [29] Zhou D C, Zhao S Q, Zhang L X, et al. Remotely sensed assessment of urbanization effects on vegetation phenology in China's 32 major cities[J]. Remote Sensing of Environment, 2016, 176:272-281. DOI:10.1016/j.rse.2016.02.010.
- [30] 高新月,戴君虎,张明庆.1965—2014年北京西郊地区植物观赏期对气候变化的响应[J].地理研究,2018,37(12):2420-2432. DOI:10.11821/dlyj201812005.
- [31] 代武君,金慧颖,张玉红,等.植物物候学研究进展[J].生态学报,2020,40(19):6705-6719. DOI:10.5846/stxb201909252007.
- [32] Bai J, Ge Q S, Dai J H. The response of first flowering dates to abrupt climate change in Beijing [J]. Advances in Atmospheric Sciences, 2011, 28(3):564-572. DOI:10.1007/s00376-010-9219-8.