飞絮期间城区杨柳飞絮浓度的时间变化特征*

——以北京昌平城区西南片区为例

张 弛[1,2] 孙尚伟[3] 韩彦华[4] 韩丛海[5] 金佳莉[1]

1 中国林业科学研究院林业研究所 国家林业和草原局城市森林研究中心 北京 100091
2 北京市石景山区园林绿化局 北京 100049
3 中国林业科学研究院 北京 100091
4 北京市昌平区园林绿化局 北京 102200
5 北京市园林绿化局 北京 100013

摘要：【目的】揭示飞絮浓度的时空分布特征及其影响因素，为科学制定杨柳飞絮防治对策提供理论依据和技术支持。【方法】选取北京市昌平区西南部区域为研究区，于 2021 年 4—5 月，全面调查研究区内杨柳树分布情况，采用空气飞絮浓度拍照观测法观测飞絮浓度，分析典型样点杨柳飞絮发生及日变化规律。【结果】1）杨柳飞絮在城区的发生过程可分为初始期、爆发期和结束期 3 个阶段，其中爆发期飞絮浓度最高，对环境和居民的影响最为显著。飞絮浓度的日变化呈现明显的时段性，10：00—16：00 为飞絮浓度高峰期，而夜间 20：00 到早上 8：00 这个时段，飞絮浓度较低。2）飞絮浓度变化不是平缓变化的过程，具有骤升骤降的特点，即在晴朗、微风的天气下，飞絮更容易飘散且难以聚集，飞絮浓度相对较低；而城市的热岛效应，会影响城市下垫面的空气流动，导致飞絮在风力作用下向城市的中心区域聚集，飞絮浓度随之上升。3）飞絮浓度的空间分布受到多种因素的综合影响，包括区域内外部飞絮树种分布、树种高度、天气状况、区域内部建筑等。不同小区、道路和公园绿地的飞絮浓度变化特征存在差异，且与周边环境条件密切相关。【结论】飞絮浓度的时空分布规律可以指导城市管理部门在飞絮高发时段和区域采取针对性的防治措施，如洒水降絮、注射药物等，有效降低飞絮对居民生活和健康的不利影响。居民应在飞絮浓度较低的时段（如早上 8：00 前或晚上 20：00 后）进行户外活动，以减少飞絮对健康的危害。未来研究应加强对飞絮污染的常态化监测与分析、重点关注飞絮污染对城市居民的情绪与行为方式的影响，以及调整非飞絮树种比例、植物配置结构等。

关键词：杨柳飞絮；城市社区；浓度；日变化
DOI：10.12169/zgcsly.2023.08.13.0002

Temporal Variation Characteristics of Urban Poplar and Willow Catkin Concentration During the Catkin Season: A Case Study of the Southwest Area of Changping District in Beijing City

Zhang Chi[1,2] Sun Shangwei[3] Han Yanhua[4] Han Conghai[5] Jin Jiali[1]

(1. Research Institute of Forestry, Chinese Academy of Forestry/Urban Forest Research Center of National Forestry and Grassland Administration, Beijing 100091, China; 2. Forestry and Parks Bureau, Shijingshan District, Beijing 100049, China; 3. Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China; 4. Forestry and Parks Bureau, Changping District, Beijing 102200, China; 5. Municipal Forestry and

收稿日期：2023-08-13
* 项目基金：中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金经费项目（2020133129）
第一作者：张弛（1995- ），男，硕士，研究方向为城市林业。E-mail：2607280694@qq.com
通信作者：金佳莉（1990- ），女，博士，副研究员，研究方向为城市森林景观生态。E-mail：jinjiali@caf.ac.cn

Parks Bureau，Beijing 100013，China）

Abstract：【Objective】It reveals the spatiotemporal distribution characteristics of catkin concentration and their influencing factors，with the aim of providing a theoretical basis and technical support for the science-based formulation of catkin control strategies.【Method】The southwestern area of Changping District in Beijing was selected to comprehensively investigate the distribution of poplars and willows from April to May 2021. The concentration of flying catkins was observed using a photographic method to analyze the diurnal changes in poplar and willow catkins at typical sampling points and their patterns.【Result】1）The observed catkin concentration in the district goes through three stages：the initial stage，the outbreak stage，and the end stage. The catkin concentration is the highest during the outbreak stage，imposing the most substantial impact on the environment and residents. Significant diurnal changes are observed in the catkin concentration. The catkin concentration peaks from 10∶00 to 16∶00，while it is relatively low from 20∶00 to 8∶00 the next day. 2）The change in catkin concentration is not a smooth process，but is characterized by abrupt increases and decreases. In clear and breezy weather，catkins are more easily dispersed and difficult to gather，resulting in lower catkin concentration. The urban heat island effect can affect the air flow over the urban surface and cause catkins to gather in the central area of cities under the influence of wind，thus increasing the catkin concentration. 3）The spatial distribution of catkin concentration is affected by multiple factors，including the distribution of tree species producing catkins inside and outside the area，the height of the trees，the weather conditions，and the buildings within the area. The catkin concentrations in various residential compounds，roads，and park green spaces show different change characteristics.【Conclusion】The spatiotemporal distribution pattern of poplar and willow catkins can help urban administration departments take targeted actions in the catkin season and in regions suffering from catkins，such as watering to reduce catkins and injecting chemicals，to effectively mitigate the adverse effects of catkins on residents′lives and health. Moreover，residents should engage in outdoor activities during periods of low catkin concentration（e. g.，before 8∶00 a. m. or after 8∶00 p. m.）to reduce the negative effects on their health. In the future，research should focus on the enhancement of regular monitoring and analysis of catkin pollution，the impacts of catkin pollution on the emotions and behaviors of urban residents，and the adjustment of the percentage of catkin-producing tree species and plant configuration.

Keywords：poplar and willow catkin；urban community；catkin concentration；diurnal variation

杨柳飞絮是树木生长繁殖的自然现象，对环境是无害的，但在高度人口密集区，飞絮浓度过高会给城市发展及城市居民的生活和健康带来不利影响[1-3]，如杨柳飞絮容易吸附空气中的细菌、病毒以及其他有害物质，特别是在城市化地区会造成污染物的传播，诱发哮喘、支气管炎以及皮肤瘙痒等过敏性疾病[4-5]。同时，杨树飞絮容易漂浮水面污染水源，并对水体中的浮游生物的生长造成不利影响[6]。此外，杨树飞絮会带来交通、防火等安全隐患[7]。因此，开展城区杨柳飞絮发生及变化规律的研究，能够为科学制定防治对策，建设有益于居民身心健康的城市绿化环境提供依据和参考。

杨柳飞絮有一个发生、发展和消退过程。通常一棵杨树或柳树的飞絮周期为 7 天左右，但是由于所在地、树龄、树种等不同，杨树、柳树开花的花期差异，以及不同树种飘絮时间的相互叠加会延长飘絮时间，有些地区飘絮时间持续 50 天左右[8]。在城市地区，受城市热岛效应的影响，杨柳飞絮的产生顺序呈现出从城区到郊区，从平原到山区逐渐延迟的规律。在白天，阳光充足、干燥且有一定风速的天气条件有利于飞絮飘飞和滞留，通常 10∶00—16∶00 是飞絮产生的时段[9]。在夜间，由于地面与空气温差较小，对流小以及夜间温度低，导致植物花和芽发育缓慢等，飞絮浓度较低。但在城市环境条件下，硬化地表

会促使花粉产生二次飘散高峰[10-11]，而飞絮是否也有这样的特点还有待研究。杨柳飞絮浓度是评价飞絮污染程度和居民生活影响的重要指标，了解城区杨柳飞絮浓度的时间变化特征，对制定杨柳飞絮防治对策和指导居民合理出行具有重要意义。

1 研究区概况

研究区位于北京市昌平城区西南部，北临振兴路，东临创新路，西临京藏高速辅路，南临京密引水渠，东西跨度 1.31 km，南北跨度 2.03 km，总面积为 161 hm^2，包含居民住区、机关单位、工厂企业、公园绿地等多种用地类型，具有城区风貌的典型代表性。在该区域开展飞絮观测和调查研究，有利于揭示城区飞絮飘散规律，提高防治对策的针对性。根据研究区的面积和东西、南北方向的跨度，划定 100 m×100 m 网格，一些地点由于疫情影响和管理限制在实际调查过程中无法进入，作为补救办法在周边适当加大了布点密度，总共布设 142 个典型观测点（图 1）。

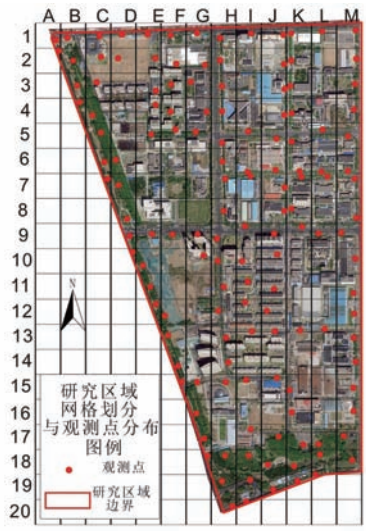


图 1 研究区网格布点分布

2 研究方法

采用飞絮浓度拍照测定法[12]，在 2021 年 4 月 16 日—5 月 8 日，选择晴朗、微风，适宜居民外出活动的天气及飞絮浓度较高时段（13：00—15：00）进行观测；记录区域内杨柳飞絮浓度并分析其时间变化规律（表 1）。

表 1 观测日期及次数

飞絮期阶段	观测次数	观测日期
飞絮初始期（2021 年 4 月 16—30 日）	飞絮初始期第 1 次观测	2021 年 4 月 16—17 日
	飞絮初始期第 2 次观测	2021 年 4 月 23—24 日
	飞絮初始期第 3 次观测	2021 年 4 月 27—28 日
	飞絮初始期第 4 次观测	2021 年 4 月 29—30 日
飞絮爆发期（2021 年 5 月 1—5 日）	飞絮爆发期第 1 次观测	2021 年 5 月 1—2 日
	飞絮爆发期第 2 次观测	2021 年 5 月 3—4 日
	飞絮爆发期第 3 次观测	2021 年 5 月 5 日
飞絮结束期（2021 年 5 月 7—8 日）	飞絮结束期观测	2021 年 5 月 7—8 日

注：2021 年 5 月 6 日，研究区降雨，无法进行飞絮观测，故本次研究无 5 月 6 日飞絮观测数据。

2.1 飞絮浓度日变化观测

在研究区内选择两个小区开展日变化观测，为了保证观测结果更加真实、合理，在拓然家苑小区选取 5 个典型观测点，在双拥林公园选取 6 个典型观测点，共计 11 个典型观测点（图 2）。从 6：00—20：00 每隔 2 h 观测一次，每次观测 15 min，最大程度保证飞絮浓度观测的连续性和可比性。

2.2 飞絮浓度变化典型空间观测

根据管理模式、主要功能等特征，选择 3 个小区、6 条道路和 2 处绿地进行重点观测。

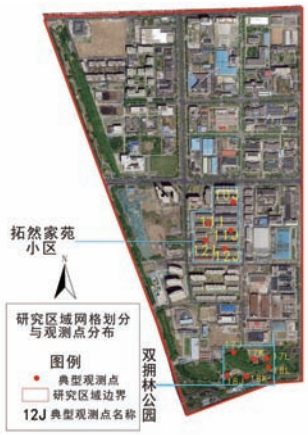


图 2 飞絮浓度在不同时间段的观测区域位置

2.2.1　不同小区飞絮浓度的变化

选取 3 个典型小区（图 3A）进行观测：1）龙山跃小区在 3 个小区中面积最小，建筑物较高且环形布置，属于围合型小区，因此设置 1 个典型观测点；小区内有一株垂柳（*Salix babylonica*）。2）拓然家苑小区空间开阔且楼房低矮，属于开敞型小区，小区内没有杨柳树，但临近小区北门的星火街、火炬街两侧栽植有柳树，临近小区西门的凉水河路西侧栽植有毛白杨（*Populus tomentosa*），因此设置 5 个典型观测点。3）北控科技园小区属于半开敞半围合小区，南门附近有人工绿地、水体开阔且有建筑遮挡，绿地内有 6 株人工栽植的垂柳，南门临近的超前路西段有毛白杨做行道树，因此设置 6 个典型观测点。

2.2.2　不同方向主干道路絮浓度变化

选择 6 个典型道路（图 3B）进行观测，所选道路分别为星火街（8 个观测点）、中兴路（4 个观测点）、凉水河路（6 个观测点）、超前路（7 个观测点）、白浮泉路（9 个观测点）、怀昌路（5 个典型观测点）。其中，星火街、怀昌路、中兴路两侧的行道树以柳树为主；凉水河路和白浮泉路两侧的行道树以杨树为主；超前路两侧的行道树以杨树为主，伴有少量柳树。

2.2.3　不同公园绿地飞絮浓度变化

选择 2 个典型公园绿地（图 3C）进行观测，即赛场公园（11 个观测点）和双拥林公园（12 个观测点）。

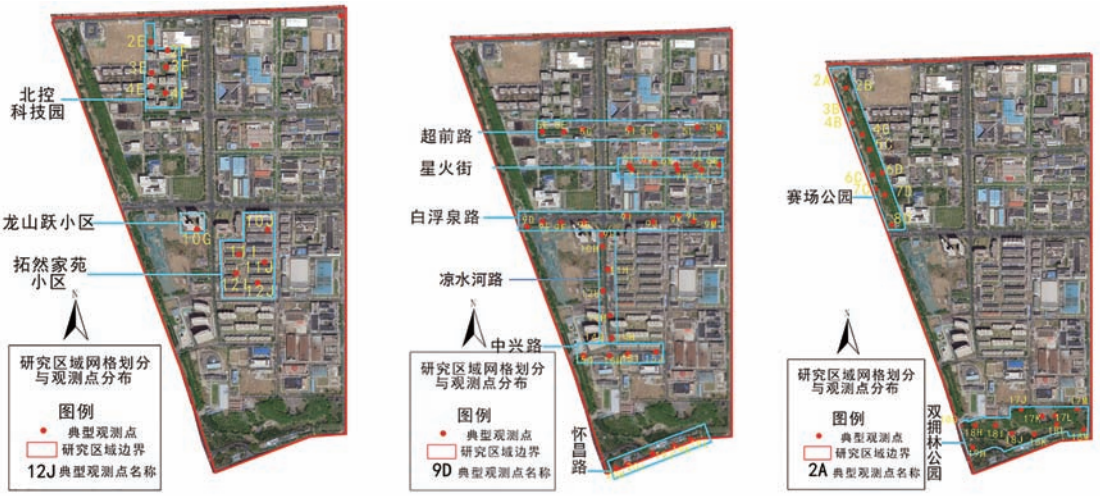


图 3　研究区内的典型空间样点

3　结果与分析

3.1　观测期内杨柳飞絮浓度的时间变化

如图 4 所示，研究区 2021 年的杨柳飞絮期为 4 月 16 日—5 月 8 日，飞絮浓度均值为 6.3 个/m^3。其中，飞絮初始期为 4 月 16—30 日，浓度均值为 3.9 个/m^3；飞絮爆发期为 5 月 1—5 日，浓度均值为 10.8 个/m^3；飞絮结束期为 5 月 7—8 日，浓度均值为 2.6 个/m^3。此外，不同日期的飞絮浓度波动较大：飞絮浓度在飞絮初始期平稳，维持在 3.0～4.9 个/m^3；进入飞絮爆发期后急剧上升，在 5 月 1—2 日飞絮浓度达到 12.7 个/m^3 的高值；5 月 6 日研究区内下起中雨，不仅无法观测飞絮，而且雨水的净化作用大大降低了飞絮浓度，导致

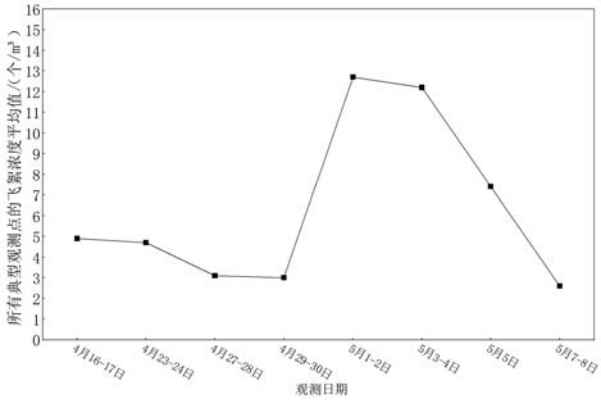


图 4　不同日期飞絮浓度平均值变化

飞絮结束期的飞絮浓度急剧下降。在整个飞絮期内，飞絮爆发期的飞絮浓度占比最高，为 63.9%；其次为飞絮初始期，占比为 31.1%；飞絮结束期

占比最小，仅有 5.0%。以上说明大部分飞絮产生于飞絮爆发期。

3.2 不同小区杨柳飞絮浓度的时间变化

如图 5 所示，龙山跃、拓然家苑小区在飞絮初始期浓度较低，进入飞絮爆发期后急剧上升，达到 10.5～15.0 个/m^3，但经历 5 月 5 日的降雨之后，飞絮浓度又快速下降，飞絮浓度仅有 2.0～2.2 个/m^3，表明飞絮爆发期的飞絮来源地比较集中。与前两个小区不同，北控科技园小区西侧临近赛场公园，此处毛白杨高大密集，且受西风影响，因此初始期的飞絮浓度水平较高，在 4 月 16—17 日均值为 9.5 个/m^3，明显高于其他小区，此后飞絮浓度下降，在 4 月 27 日—28 日，飞絮浓度为 1.5 个/m^3，与周边环境接近；进入飞絮爆发期后，飞絮浓度变化与其他小区基本吻合，都是呈现先急剧上升后急剧下降的趋势。

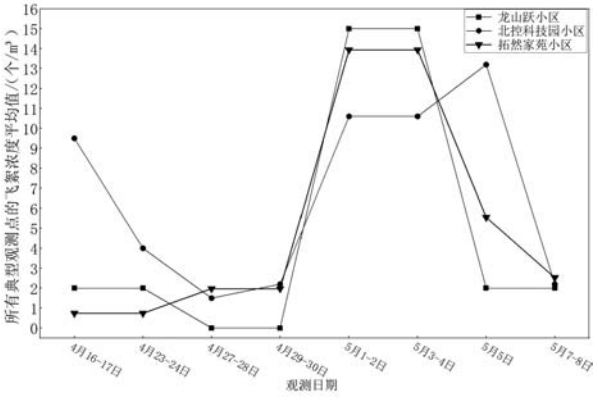


图 5 典型小区飞絮浓度变化

3.3 不同主干道的杨柳飞絮浓度时间变化

如图 6 所示，星火街、超前路、白浮泉路、凉水河路、中兴路飞絮浓度变化基本一致，在飞絮初始期均维持在 2.5～6.9 个/m^3 的中低水平；进入飞絮爆发期后，浓度急剧上升，达到 11.0～15.1 个/m^3的较高水平，其中，白浮泉路在 2021 年 5 月 1—2 日高于其他道路；而在 5 月 6 日降雨之后，所有路段飞絮浓度均快速下降到最低值，部分路段的甚至很难观测到飞絮。

与上述 5 条道路不同，怀昌路的飞絮浓度趋势产生了一些变化，飞絮浓度波动大，而且分别在 2021 年 4 月 23—24 日和 2021 年 5 月 1—5 日出现两次高峰，这种差异除了与道路本身行道树（怀昌路行道树为旱柳）飞絮有关，还受到周边

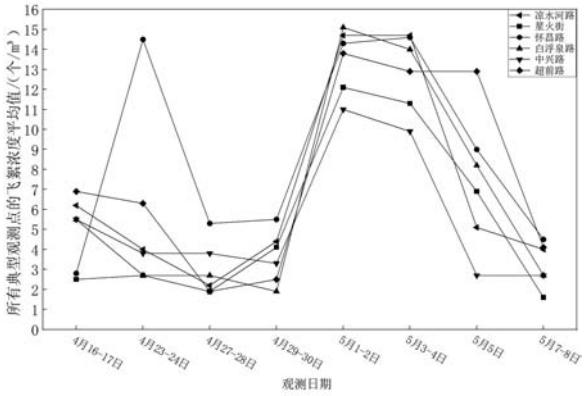


图 6 典型道路飞絮浓度变化

外源飞絮输入的影响。怀昌路西侧临近京藏高速辅路防护林，该处树木栽植情况与赛场公园类似，为高大且密集的毛白杨，而南侧临近京密引水渠防护林，柳树较多，两处区域成为怀昌路飞絮的输入地。因此，怀昌路一带飞絮防治要加强周边京藏高速辅路防护林、京密引水渠防护林的飞絮治理工作，减少飞絮的外部输入。

3.4 不同公园绿地的杨柳飞絮浓度时间变化

赛场公园和双拥林公园的飞絮浓度变化趋势既有相同之处，又有个性差异（图 7）。相同之处在于，两地飞絮爆发期（2021 年 5 月 1—5 日）和结束期（2021 年 5 月 7—8 日）变化趋势基本吻合，飞絮爆发期均处在高于 11.0 个/m^3 的较高水平，而飞絮结束期浓度立刻下降至 4.0 个/m^3 以下。个性差异在于双拥林公园初始期飞絮浓度高于赛场公园，造成这种差异的原因与前文提到的怀昌路情况类似，两地位置相近，都是西侧临近京藏高速辅路防护林，该处树木栽植情况与赛场公园类似，均为高大且密集的毛白杨；而南侧临近京密引水渠防护林，柳树较多，两处区域成为双拥林公园飞絮的输入地。

两处公园绿地的飞絮浓度变化趋势表明，公园绿地在飞絮期间存在比较突出的飞絮污染问题，需要结合居民游憩提出治理和防范对策。飞絮防治不仅要关注公园绿地内部飞絮源的防治，还要对周边外部飞絮源加强治理，且要根据不同公园绿地情况因地制宜，做到“一区一策”，不能“一刀切”。此外，在树种的配置与选择上，赛场公园以毛白杨为主，高峰期主要是受毛白杨飞絮影响，而双拥林公园树种多样，拥有毛白杨、青

杨、垂柳等多个飞絮树种，因此会出现不同树种飞絮期的重叠和接力延续，从而造成飞絮浓度居高不下和高浓度天气增多的问题。因此，对于公园树种配置上要考虑这种飞絮期叠加和接力延续带来的不利影响。

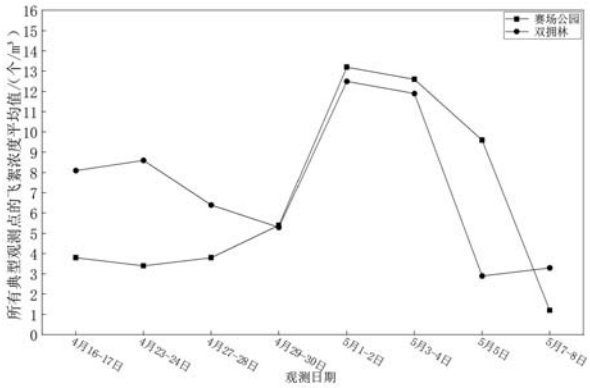


图 7　典型公园飞絮浓度变化

3.5　飞絮浓度日变化差异及原因

从图 8 可看出，全天飞絮浓度较高时段集中于 10：00—16：00，主要集中在 14：00 前后，需要提前做好防范。在晚上 20：00 到早上 8：00 这个时段，飞絮浓度很低，这是飞絮敏感居民户外活动和公园游憩的理想时间。双拥林公园各时段飞絮浓度均高于拓然家苑小区，飞絮污染更为严重。

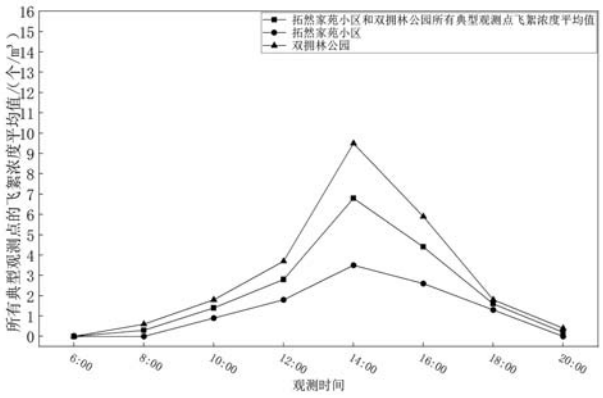


图 8　拓然家苑小区、双拥林公园典型观测点飞絮浓度日变化

造成这一变化的原因为：1）气象条件对飞絮的浓度变化产生较大影响。在 10：00—18：00，日照逐渐增强，气温逐渐升高，杨柳树产生的飞絮浓度明显增加，而在早上 8：00 之前和晚上 20：00 之后，由于缺少光照、温度降低等原因，杨柳树产生的飞絮明显减少，飞絮浓度也随之减少。2）城市热岛效应的强弱是导致飞絮浓度日变化的又一重要诱因。在 10：00—18：00，城市热岛效应更强，下垫面对流更加明显，飞絮借助风力集中在中心城区，飞絮浓度也因此集中升高。3）周边建筑与植被分布会对飞絮浓度产生间接影响。拓然家苑小区属于围合型小区，小区建筑较高且密度较大；双拥林公园在进行公园化改造前为苗圃，树木高大且间距较密。因此过高过密的建筑物或树木，阻挡了与外界的空气对流，使得本区域内部的飞絮难以向外界扩散，间接地增加了飞絮浓度。

飞絮浓度的日变化规律，会对城市居民的身心健康、户外活动、交通安全和城市绿地的养护工作产生影响。在城市居民身心健康方面，飞絮会吸附灰尘、细菌，诱发哮喘、支气管炎等，过高浓度的飞絮会引起居民心理上的不适和焦虑；在城市居民的户外活动方面，飞絮的日变化峰值会影响居民外出活动的时段选择，城市居民会避开 10：00—18：00 的高浓度飞絮污染时段，在早上 8：00 前或晚上 20：00 后优先考虑在没有飞絮树种的居住区广场、绿地进行户外活动；在城市居民交通安全方面，高浓度飞絮会挡住驾驶员视线，诱发交通事故，影响行车安全；在城市绿地的养护工作方面，较高的飞絮浓度会迫使养护部门在飞絮浓度高峰时段加大洒水作业、地面清理、注射药物等绿地养护作业的人材机投入力度，减少飞絮的产生。

4　防治对策

由于新冠疫情的影响，研究区域选择、观测时间、观测点布设等方面都受到了一定限制，飞絮浓度在典型城市空间场所的日变化等都只能选择有限的时间和场地进行观测，这对研究结果有一定程度的影响。后续研究会继续选取北京市城区不同地点采用同样的方法进行延续观测实验，以便获取更全面、准确的数据。

随着北京日益加快的城市建设步伐，市区的硬化空间增加，加之很多绿地、林地内存在大量裸露地表，飞絮难以一次附着滞留，从而导致反复飞絮，使得二次飞絮、多次反复飞絮带来的浓度聚集和持续时间延长，造成城区比较严重的飞絮污染[13-14]，对周边的环境、城市居民的生活产

生不利影响。未来研究将会关注以下方面：

1）加强对飞絮污染的常态化监测与分析。通过对飞絮期污染浓度观测与分析，获取更为准确的飞絮污染浓度时空分布特征，为飞絮防控工作、居民健康防护等提供科学指导和数据支撑。

2）深入研究飞絮污染对城市居民的影响，尤其是重点关注飞絮污染对城市居民的情绪与行为方式的影响，以及飞絮污染对大型户外活动（如音乐节等）的时间、地点产生的影响，并提出对应的解决措施。

3）进一步深入研究绿化树种的选择和配置。根据飞絮浓度空间分布特征调整非飞絮树种比例、植物配置结构，从而更有效地降低飞絮浓度、防止飞絮污染扩散。

4）探讨飞絮污染对生态系统的影响。飞絮污染可能会干扰城市中的鸟类、昆虫的日常生活，会对生态平衡和生物多样性产生不利影响。因此，需要对飞絮污染对城市生态系统的影响及对应的生态修复干预措施进行研究。

5）让公众参与成为飞絮防治工作的重要部分。未来研究可以将如何提升公众飞絮防治意识和社会参与度，如何形成政府、社会、公众共同参与飞絮防治工作的“合力”作为一项研究内容，这样有利于提升居民对于公共事务的参与感和获得感，以及构建健康、宜居的城市生态环境。

5 结论

1）杨柳飞絮在城区的发生过程可分为初始期、爆发期和结束期3个阶段，其中爆发期飞絮浓度最高，对环境和居民的影响最为显著。飞絮浓度的日变化呈现明显的时段性，10：00—16：00为飞絮浓度高峰期，而夜间飞絮浓度较低。

2）飞絮浓度的空间分布受到多种因素的综合影响，包括区域内外部飞絮树种分布、树种高度、天气状况、区域内部建筑等。不同小区、道路和公园绿地的飞絮浓度变化特征存在差异，且与周边环境条件密切相关。

3）杨柳飞絮的时空分布研究结果为制定科学合理的杨柳飞絮防治对策提供了重要参考。根据飞絮浓度的时空分布规律，可以指导城市管理部门在飞絮高发时段和区域采取针对性的防治措施，如洒水降絮、注射药物等，有效降低飞絮对居民生活和健康的不利影响。此外，研究还为居民合理安排户外活动时间提供了依据，建议居民在飞絮浓度较低的时段（如早上8：00前或晚上20：00后）进行户外活动，以减少飞絮对健康的危害。

4）未来研究应加强对飞絮污染的常态化监测与分析、重点关注飞絮污染对城市居民的情绪与行为方式的影响，以及调整非飞絮树种比例、植物配置结构等。

参考文献

[1]王成,金佳莉,孙睿霖,等.城市植源性污染及其防治[M].北京:中国林业出版社,2020.

[2]WAN X M, GU G Q, LEI M, et al. Bioaccessibility of metals/metalloids in willow catkins collected in urban parks of Beijing and their health risks to human beings[J]. Science of the Total Environment, 2020, 717: 137240.

[3]王成,张昶,孙睿霖,等.京津冀地区城乡森林建设中的问题及应对策略[J].中国城市林业,2018,16(5):1-6.

[4]林存雷.谈杨树的杨絮危害防治及发展方向[J].农民致富之友,2019(24):177.

[5]程心杰.杨絮的危害及解决措施[J].现代农业科技,2014(16):155-156.

[6]许峰.杨树飘絮的危害及治理对策[J].现代农业科技,2016(15):204-205.

[7]沈维良.杨絮的危害及防控研究[J].花卉,2019(24):230-231.

[8]王建红,车少臣,邵金丽,等.北京杨柳飞絮治理现状、问题与展望[C]//北京园林学会,北京市园林绿化局,北京市公园管理中心.北京市园林科学研究所,2010.

[9]陈连侠,李兴,钱文海,等.杨柳飞絮飘飞的气象条件分析[J].现代农业科技,2016,(10):204,209.

[10]王成.城市花粉、飞絮飞毛等植源性污染特征及其防治[J].中国城市林业,2018,16(1):1-6.

[11]王成.城市森林建设中的植源性污染[J].生态学杂志,2003,22(3):32-37.

[12]韩丛海,孙睿霖,韩彦华,等.杨柳飞絮浓度测定与污染状况评价方法[J].中国城市林业,2023,21(3):24-27.

[13]王成,郄光发,彭镇华.有机地表覆盖物在城市林业建设中的应用价值[J].应用生态学报,2005,16(11):2213-2217.

[14]刘兴明,王成,郄光发,等.北京海淀区道路绿地地表覆盖状况季节变化研究[J].中国城市林业,2016,14(6):7-12.