

## 城市绿地中不同植被类型降温滞尘效应分析

史杜芳<sup>1</sup>, 方金生<sup>2\*</sup>, 牛 俪<sup>3</sup>, 张 曼<sup>3</sup>, 许信旺<sup>2</sup>, 张永兰<sup>2</sup>

(1. 安徽艺术职业技术学院, 安徽合肥 230601; 2. 池州职业技术学院, 安徽池州 247000; 3. 池州学院, 安徽池州 247000)

**摘要** 以地处安徽省西南部的池州市区为试验区, 选取测试点, 观测、对比不同植被类型的降温滞尘效应。结果表明, 城市绿地具有明显降温滞尘效应, 在气温上, 裸地变化幅度最大, 草地次之, 灌草变化较小, 乔灌木变化幅度最小, 乔灌木调节温度能力最强, 最具优良的降温效应; 在滞尘方面, 乔灌木型的滞尘效果最好, 其次是灌草型和草地, 并表现出道路绿地的滞尘效应优于公园绿地和住宅绿地。通过对不同植被类型的降温滞尘效应探究, 以为城市绿地的规划与建设提供理论依据。

**关键词** 城市绿地; 植被; 降温; 滞尘

中图分类号 S731.2 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2020)22-0141-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2020.22.035

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



### Analysis of the Effect of Cooling and Dust Retention of Different Vegetation Types in Urban Green Space

SHI Du-fang<sup>1</sup>, FANG Jin-sheng<sup>2</sup>, NIU Li<sup>3</sup> et al (1. Anhui Professional College of Art, Hefei, Anhui 230601; 2. Chizhou Vocational and Technical College, Chizhou, Anhui 247000; 3. Chizhou University, Chizhou, Anhui 247000)

**Abstract** Taking Chizhou City, which was located in the southwest of Anhui Province as the test area, test points were selected to observe and compare the temperature and dust retention effects of different vegetation types. The results of the study showed that urban green space had obvious cooling and dust retention effects. In terms of air temperature, the variation range of bare land was the largest, followed by that of grassland, and that of shrub and herbaceous plants was small, while temperature variation range of shrub and herbaceous plants with arbors was the smallest, and this kind of plants arrangement had the strongest ability to adjust temperature and the best cooling effect. In terms of dust retention, the effect of the shrub and herbaceous plants with arbors was the best, followed by shrub and herbaceous plants and grassland, and the results also showed that the dust retention effect of the road green space was better than that of the park green space and the residential green space. The cooling and dust retention effects of different vegetation types were studied in order to provide some theoretical basis for the planning and construction of urban green space.

**Key words** Urban green space; Vegetation; Cooling; Dust retention

城市绿地是城市生态系统的重要组成部分, 在当前城市化进程快速发展之际, 人们越来越重视城市绿地规划与建设, 在自然植被的基础上, 融入人工植被与景观, 对被破坏的自然环境进行改造, “绿化、美化、香化、彩化”城市环境, 以创造出更适合人们工作、生活的宁静优美的自然环境, 促进城市生态系统的良性循环。

研究表明, 城市绿地除具有净化空气、水体和土壤, 防止水土流失等生态功能之外, 还具有改善城市小气候、滞尘、降噪等物理功能和景观功能, 促进城市居民身心健康<sup>[1]</sup>。我国学者对不同城市绿地的降温滞尘效应进行研究, 虽起步较晚, 但理论成果丰硕<sup>[2-6]</sup>。然而在快速城市化背景下, 如何把握城市绿地降温滞尘效应, 优化城市绿地空间格局, 挖掘绿地在城市应对气候变化中的潜力, 仍是研究者需要关注、探讨和解决的热点问题。

## 1 研究区概况与研究方法

**1.1 研究区概况** 池州市地处安徽省西南部, 位于 116°38'~118°5'E、29°33'~30°51'N, 地貌类型较为多样, 南为峰峦叠障的群山, 中为绵延起伏的丘陵, 北为水系发达的圩区; 属暖

湿性亚热带季风气候, 气候温暖, 四季分明, 雨量充沛, 光照充足, 无霜期长; 年均气温为 16.6℃, 年均降水量为 1 300~1 700 mm, 年均日照率 45%; 全域森林覆盖率达 60%, 主城区建成区绿化覆盖率达 43.4%, 绿地率达 38.4%, 人均公园绿地 13.1 m<sup>2</sup>。

## 1.2 测试方法

**1.2.1 降温效应测试。** 气温采用自计温度计测定, 运用人工测量和自计温度计相结合的手段, 选取城区最具典型代表性的池州学院、池州职业技术学院、百荷公园 3 个区域, 观测点布设于距离地面 1 m 的乔灌木、灌草、草地、裸地处, 选择晴朗无风或者微风的天气, 气压气流稳定时测量温度, 测定时间段为当天的 08:00—18:00, 间隔 2 h 观测、记录温度, 并整理数据。

**1.2.2 滞尘效应测试。** 选取道路绿地、公园绿地、居住区绿地为试验区, 测试点分别位于具有典型性、植株种类相对丰富、便于差异性对比分析的城区百牙西路、百荷公园及某小区内的绿地。为降低气象因素的干扰, 测定在晴朗、无风的天气条件下进行。以道路为扬尘源, 以裸地为对照, 使用仪器测定试验区内乔灌木型、灌草型和草地 3 种植被的 TSP (总悬浮颗粒物) 值, 使用公式减尘率 = (扬尘源含尘量 - 绿地含尘量) / 扬尘源含尘量<sup>[7]</sup>, 计算其减尘率, 并整理分析数据。

## 2 结果与分析

**2.1 测试结果** 各观测点气温观测结果见表 1。在池州学院测量时, 天气晴朗, 东风、微风, 空气湿度 42%, 气温 13~

**基金项目** 安徽省 2016 年度高校自然科学研究重点项目 (KJ2016A520); 安徽省 2016 年高校优秀青年骨干人才国内外研修重点项目 (gxfxZD2016342); 安徽省 2019 年度高校学科(专业)拔尖人才学术资助项目 (gxbjZD83)。

**作者简介** 史杜芳 (1981—), 女, 安徽长丰人, 副教授, 硕士, 从事旅游文化、地理环境研究。\* 通信作者, 教授, 硕士, 从事生态环境研究。

**收稿日期** 2020-04-24; **修回日期** 2020-05-14

25℃;在池州职业技术学院测量时,天气晴朗,南风、微风,空气湿度为57%,气温17~26℃;在百荷公园测量时,天气晴朗,东风、微风,空气湿度为59%,气温16~28℃。

表1 3个观测点气温观测值  
Table 1 Air temperature observed at 3 observation points

时间 Time h	乔灌木 Trees, shrubs and herbs			灌草 Shrubs and herbs			草地 Grass land			裸地 Bare land		
	池州学院	池州职业技术学院	百荷公园	池州学院	池州职业技术学院	百荷公园	池州学院	池州职业技术学院	百荷公园	池州学院	池州职业技术学院	百荷公园
08:00	18.5	22.4	23.7	18.7	22.7	23.9	18.6	22.9	23.3	19.4	23.3	24.6
10:00	20.2	25.2	26.1	20.6	25.6	26.9	21.8	26.4	27.7	23.3	26.9	28.9
12:00	24.3	27.3	28.3	25.1	28.9	29.2	26.3	29.6	29.8	28.7	30.7	31.4
14:00	26.9	29.1	29.4	27.4	29.6	29.9	28.7	30.9	31.8	30.3	32.8	33.1
16:00	24.6	27.9	28.9	24.9	28.1	30.6	26.5	30.4	31.4	28.4	31.4	32.5
18:00	22.0	25.9	26.9	23.2	26.5	27.8	23.6	27.2	27.3	24.8	28.3	28.5

由表1可知,3个观测点,乔灌木、灌草、草地和裸地温度在08:00—12:00处于升温阶段,14:00气温达到最大值,14:00—18:00气温逐渐下降,为降温阶段,裸地与不同植被类型的气温变化趋势呈现出一致性。

2.2 绿地降温效应 在池州学院、池州职业技术学院、百荷公园3个观测点,对乔灌木、灌草、草地3种植被类型和裸地测量08:00—18:00的温度,间隔2h观测一次,记录、整理数据,绘制气温变化折线图,各观测点气温变化趋势见图1~3。

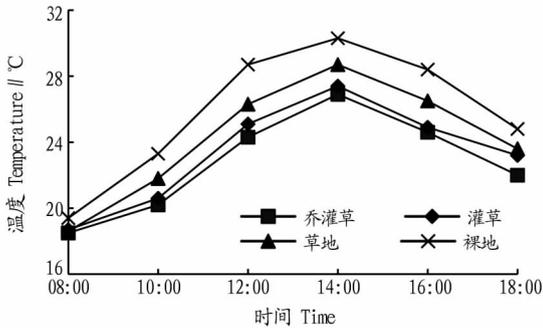


图1 池州学院气温变化

Fig.1 Temperature change in Chizhou College

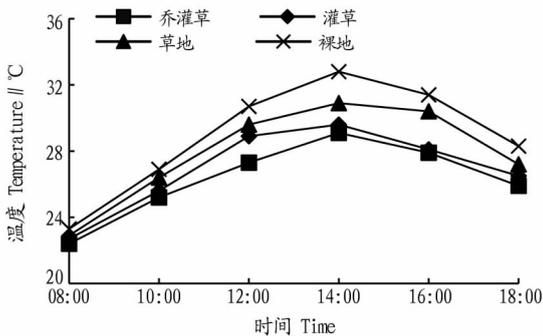


图2 池州职业技术学院气温变化

Fig.2 Temperature change in Chizhou Vocational and Technical College

由图1~3可知,3个观测点均反映出不同植被类型对气温具有调节作用,但对气温的调节效应存在差异。

不同植被类型的气温变化趋势呈现一致性,但气温变化幅度有差异。在08:00—12:00的升温阶段,3个观测点乔灌

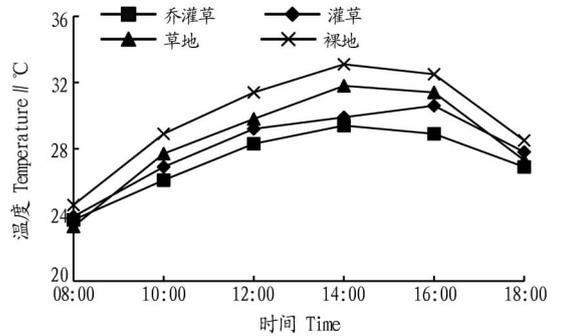


图3 百荷公园气温变化

Fig.3 Temperature change in Baihe Park

草气温分别上升5.8、4.9、4.6℃,灌草气温分别上升6.4、6.2、5.3℃,草地气温分别增加了7.7、6.7、6.5℃,裸地气温同样呈现上升趋势,气温增加值分别为9.3、7.4、6.8℃;在14:00—18:00的降温阶段,3个观测点的乔灌木气温下降值分别为4.9、3.2、2.5℃,灌草气温下降值分别为4.2、3.1、2.1℃,草地气温下降值分别为5.1、3.7、4.5℃,裸地气温同样呈现下降趋势,气温下降值分别为5.5、4.5、4.6℃。在降温阶段,因最高温度的差异,下降值差异不明显,可视为同等变化幅度。由此可知,裸地气温在一天中的变化幅度最大,草地温度的变化次之,灌草温度的变化较小,乔灌木温度变化幅度最小。

在高温阶段,不同植被类型在14:00气温均达到最大值,3个观测点乔灌木气温分别为26.9、29.1、29.4℃,灌草气温分别为27.4、29.6、29.9℃,草地温度分别为28.7、30.9、31.8℃,裸地温度分别为30.3、32.8、33.1℃。纵向比较此时不同植被类型的气温,3个观测点乔灌木温度比裸地温度分别低3.4、3.7、3.7℃,灌草温度比裸地温度分别低2.9、3.2、3.2℃,草地温度比裸地温度分别低1.6、1.9、1.3℃。可见,乔灌木调节温度能力最强,最具优良的降温效应。

根据测定结果分析,不同植被类型降温效应存在差异。枝繁叶茂的树木能有效遮挡太阳辐射及其蒸腾作用,使其具有良好的调控温度能力。植被降温效应还会受到树种、生长发育状况、绿地面积及形状、天气状况、环境条件等因素的影响,导致其降温效应也会存在差异。

## 2.3 城市绿地滞尘效应分析

**2.3.1 不同植被类型滞尘效应。**试验区内乔灌草型、灌草型、草地各观测点测定的灰尘量见表 2。在道路绿地、公园绿

地、居住区绿地中,收集的扬尘源含尘量分别为 7、6.1、4.6 mg,减尘率见表 2。

表 2 观测点的灰尘量及减尘率

Table 2 Dust amount and dust reduction rate at observation point

植被类型 Vegetation types	灰尘量 Dust amount//mg			减尘率 Dust reduction rate//%		
	道路绿地 Road green space	公园绿地 Park green space	居住区绿地 Residential green space	道路绿地 Road green space	公园绿地 Park green space	居住区绿地 Residential green space
乔灌草型 Trees, shrubs and herbs	1.0	0.6	0.3	85	90	93
灌草型 Shrubs and herbs	1.5	1.7	1.4	78	72	69
草地 Grass	2.5	2.5	2.1	64	59	54

积累的灰尘量越多,表示植被的滞尘效果越差;积累的灰尘量越少,表示植被的滞尘效果越好。由表 2 可知,在 3 种绿地类型中,3 种植被均有明显的滞尘作用,但滞尘效果表现出明显的差异性,枝叶繁茂的乔灌草型的滞尘效果最好,其次是灌草型和草地。

根据测定结果分析,不同植被类型滞尘量是有差异的,引起滞尘能力差异的原因主要有 3 个方面<sup>[7]</sup>:一是从单位面积的绿量上看,乔灌草型>灌草型>草地,对粉尘的吸滞主要是由植株的叶片完成,绿量高则单位面积上植株的叶面积大,吸滞的粉尘就越多,所以乔灌草型绿地减尘率最高,灌草型的减尘率次之,草坪的减尘率最低;二是绿地的复层结构能多次截留粉尘,在重力或风的作用下,在乔灌草复层结构中,首次经叶面弹离开的粉尘会被不同层次的枝叶再次截获,提高了减尘效果;三是从植被的高度上,高大的乔木会降低绿地及周围的风速,为有效地截留并吸滞粉尘提供了条件。植株个体间叶表面特性、树冠结构、枝叶密度、叶面倾角等的差异以及降水、大风等气象因素也会导致滞尘能力差异。

**2.3.2 不同绿地类型滞尘效应。**不同绿地类型减尘率见表 3。由表 3 可知,3 种类型的绿地均有明显的滞尘作用,但减尘率有差异。在灰尘量测量条件相同的情况下,道路绿地的总灰尘量为 5 mg,减尘率为 28%;公园绿地的总灰尘量为 4.8 mg,减尘率为 21%;住宅绿地的总灰尘量为 3.8 mg,减尘率为 17%。由此可见,道路绿地的滞尘效应优于公园绿地和住宅绿地。因扬尘源含尘量等因素的影响,道路绿地对粉尘具有较好的吸附作用,从而改善空气质量。

表 3 不同绿地类型减尘率

Table 3 Dust reduction rates of different green space types

绿地类型 Green space types	总灰尘量 Total dust amount//mg	扬尘源含尘量 Dust content of dust source//mg	减尘率 Dust reduction rate//%
道路绿地 Road green space	5.0	7.0	28
公园绿地 Park green space	4.8	6.1	21
住宅绿地 Residential green space	3.8	4.6	17

## 3 结论

该研究结果表明,城市绿地具有降温滞尘效应,但不同

植被类型降温滞尘效应呈现出差异性。乔灌草型绿地对温度的调控能力最大,有 3~7 ℃ 的差异,灌草型的城市绿地对温度的调节幅度在 2~3 ℃,草地与日均温的差值变化不明显;裸地的整体均匀比热容小,升温速度快,裸地表面温度较之日温要高。就乔木、灌木和攀援植物个体而言,乔木因有效阻止阳光直射,其降温效应显著高于周围的草本植物<sup>[8-9]</sup>,灌木降温效应较低,攀援植物降温效应最低。此外,降温效应随绿地郁闭度、平均冠幅等的增加而增强<sup>[10]</sup>。乔灌草型绿地参差错落的植物层次结构模式等原因<sup>[11]</sup>,其滞尘量最多,减尘率最高,滞尘效果最优,灌草型的减尘率次之,草坪的减尘率最低。

为减少区域内热岛效应及灰尘对居民的影响,优化城市绿地规划与设计,乔木、灌木、花草科学搭配,建设植被类型多样、种类相对完整丰富的城市绿地,提升绿地的降温滞尘效应<sup>[12]</sup>。随城市化进程的加快,城区建筑物增多,绿地面积会相对减少,可采用围墙绿化、交通护栏绿化等立体绿化模式,有效增加城市绿量,达到绿地降温滞尘的最佳效应。

## 参考文献

- [1] 张桐,洪秀玲,刘玉军.城市居住小区常见树种的滞留颗粒物能力及绿地生态服务能力优化[J].沈阳农业大学学报,2017,48(3):296-303.
- [2] 孔繁花,尹海伟,刘金勇,等.城市绿地降温效应研究进展与展望[J].自然资源学报,2013,28(1):171-181.
- [3] 车通,杨畅,罗云建.城市绿地降温效应及其研究进展[J].林业建设,2019,34(3):52-56.
- [4] 赵勇,李树人,阎志平.城市绿地的滞尘效应及评价方法[J].华中农业大学学报,2002,21(6):582-586.
- [5] 刘凤凤,闫伟姣,孔繁花,等.基于气温实地调查的城市绿地降温效应研究现状与未来展望[J].应用生态学报,2017,28(4):1387-1396.
- [6] 王海涛,董雅,张昊雁.公园绿地降温效应及相关性分析:以天津市为例[J].干旱区资源与环境,2017,31(6):83-89.
- [7] 郑少文,邢国明,李军,等.不同绿地类型的滞尘效应比较[J].山西农业科学,2008,36(5):70-72.
- [8] FEYISA G L,DONS K,MEILBY H.Efficiency of parks in mitigating urban heat island effect:An example from Addis Ababa[J].Landscape and urban planning,2014,123:87-95.
- [9] ZÖLCH T,MADERSPACHER J,WAMSLER C,et al.Using green infrastructure for urban climate-proofing:An evaluation of heat mitigation measures at the micro-scale[J].Urban forestry & urban greening,2016,20:305-316.
- [10] 秦仲,巴成宝,李湛东.北京市不同植物群落的降温增湿效应研究[J].生态科学,2012,31(5):567-571.
- [11] 张桐,洪秀玲,刘玉军.城市居住小区常见树种的滞留颗粒物能力及绿地生态服务能力优化[J].沈阳农业大学学报,2017,48(3):296-303.
- [12] 晏海,董丽.城市公园绿地对周围城市环境的降温效应及其影响因子研究[C]//中国风景园林学会.中国风景园林学会 2017 年会议论文集.北京:中国建筑工业出版社,2017:297-304.