

# 校园行道树生态效应分析

赵满兴,白东东,张琦,钟晨飞,王文强

(延安大学 生命科学学院,陕西 延安 716000)

**摘要:**为了进一步了解校园生态系统中行道树的生态效应,为校园绿化提供理论指导。以延安大学校园内两种行道树为研究对象,以该校先锋广场水泥地为对照,定点定时地观测光照强度、温度和空气湿度,分析比较行道树的生态效应。结果表明:与裸露的广场相比,3条道路的行道树均有明显地降低光强、降低温度和增加湿度的功效,平均遮光率、降温率和增湿率分别为80.2%、21.2%和37.6%。两种树木中以国槐的生态效应最佳,油松次之。这主要与树种的长势及冠幅等有关。因此,应该加强行道树的绿化和管护工作,使有限的校园绿地发挥最大生态效益。

**关键词:**行道树;遮光率;降温率;增湿率

**中图分类号:**S719.4

**文献标识码:**A

**文章编号:**1002-2767(2014)11-0109-04

校园是个较为特殊的生态系统,该系统中不仅有硬质材料,如鳞次栉比的楼房、硬化的水泥地,还有高大挺拔、郁郁葱葱的行道树和草坪,加上广大师生的学习生活等活动,使校园具有独特的小气候<sup>[1-2]</sup>。校园行道树是美化学校的重要材料之一,是校园绿化的框架,在校园绿化建设中起着至关重要的作用<sup>[3]</sup>。校园行道树在调节小气候、净化空气、改善学校生态环境方面具有其它设施不可替代的作用<sup>[4-5]</sup>。对于校园行道树生态效应的研究已有不少报道<sup>[6-7]</sup>,研究表明,不同树种以及不同配置方式的生态效应有着明显的差别。高大乔木的生态和环境价值比灌木和草坪高得多。校园行道树具有明显的遮荫、降温和增湿作用。行道树生态效应的大小与周围的气候环境有很大的关系<sup>[8-10]</sup>。延安大学地处陕北黄土高原丘陵沟壑区,有着独特的区域环境,关于该区域行道树的生态效应鲜见报道。因此,以延安大学校本部先锋广场水泥路面为对照,研究油松和国槐两种校园行道树的遮光、降温和增湿效应,以期为学校环境绿化提供必要的理论指导。

## 1 试验区概况

试验在延安大学校本部进行。实验观测地段

设置根据典型性、代表性和一致性的原则,在校区内选4个观测地段。第1观测地段(T1)位于1号宿舍楼北面东西方向的单排行道树,树种是国槐,树高9 m,胸径22.8 cm,株距4 m。第2观测地段(T2)位于玉章楼南面东西方向栽植的行道树。该双排行道树为油松,两排行道树之间是硬化的路面,宽5.2 m,行道树树冠之间没有交叉重叠,树高8 m,胸径16.8 cm,株距6 m。第3观测地段(T3)位于窑洞广场南面东西方向栽植的行道树。该双排行道树为国槐,两排行道树之间是硬化的路面,宽7 m,行道树的树冠间有交叉重叠,树高9 m,胸径39.4 cm,株距6 m。第4观测地段(CK)位于图书馆东门与女生6号宿舍楼之间的先锋广场,该广场是硬化路面,观测点设置在广场正中央,距离周围植被20 m以上。

## 2 研究方法

试验分别于2013年5月19~20日、26~27日以及6月2~3日进行,共观测6 d。观测日在8:00~18:00,每2 h观测1次。观测点设在行道树两边对称位置树冠阴影的中心,观测前30 min把仪器放在观测点上。采用往返读数,即整点前在测点的两边同时将所有观测项目各进行一次,整点后再进行一次,整点前后的观测顺序相反。校正整理后取各要素的平均值,消除时间差,作为整点的气温值。所有观测项目均在离地面垂直高度150 cm处观测。对于同一观测地段,每隔50 m设置一个测点,作为重复,同一路段共设置3个测点,即每一观测地段重复3次。对照点在广

收稿日期:2014-04-11

基金项目:陕西省大学生科技创新资助项目(201310719018);延安大学2010年园林专业复合型人才培养模式创新实验区建设资助项目;陕西省高水平大学建设专项资金资助项目(2012SXTS03)

第一作者简介:赵满兴(1971-),男,陕西省合阳县人,博士,副教授,从事土壤与植物营养研究。E-mail:zhaomanxing@163.com.cn。

场中心设置一个测点,另外在距离该测点 50 m 处随机设置 2 个测点,共 3 个测点。根据 6 d 观测数据,计算平均遮光率、平均降温率和平均增湿率<sup>[5,11]</sup>。

温湿度测定采用 HTC-1 温湿度仪,光照强度采用 TES-1330A 数位式照度计测定。

数据使用 Microsoft Excel 和 SAS 13.0 处理。

### 3 结果与分析

#### 3.1 光照强度变化分析

由图 1 看出,3 条道路的行道树下光照强度在观测时间段内都极显著低于对照地(广场水泥地)( $F=23.9, P=0.001$ ),3 条道路的行道树之间光照强度差异不显著( $P>0.05$ )。4 个观测地段光照强度变化曲线均呈单峰“倒 U 型”,一天中最高光照强度出现均在 12:00~14:00。在 8:00~18:00,第 1 观测地段光照强度变化范围为 3 797~28 568 lx,最大相差 24 772 lx。第 2 观测地段光照强度变化范围为 4 595~28 199 lx,最大相差 23 604 lx。第 3 观测地段光照强度变化范围为 2 561~12 662 lx,最大相差 10 101 lx。第 4 观测地段(对照)光照强度变化范围为 16 095~97 625 lx,最大相差 81 530 lx。行道树下光照强度的变化范围和变化幅度都小于对照点。

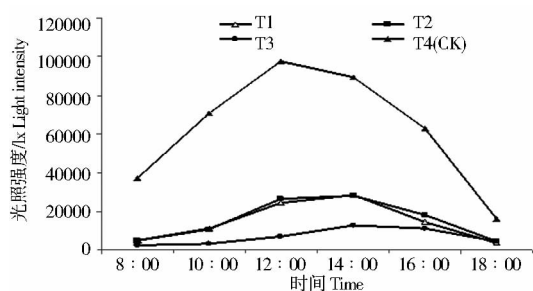


图 1 光照强度日动态变化

Fig. 1 The diurnal variation of average light intensity for different street trees

#### 3.2 温度变化分析

由图 2 看出,3 条道路的行道树下温度在观测时间段内都极显著低于对照地(广场水泥地)( $F=5.12, P=0.004$ ),3 条道路的行道树之间温度差异不显著( $P>0.05$ )。4 个观测地段温度变化曲线均呈“倒 U 型”,在一天中最高温度出现均在 12:00~14:00。在 8:00~18:00,第 1 观测地段温度变化范围为 19.6~34.1℃,最大相差

14.5℃。第 2 观测地段温度变化范围为 21.1~31.7℃,最大相差 11.7℃。第 3 观测地段温度变化范围为 18.6~30.9℃,最大相差 12.4℃。第 4 观测地段(对照)温度变化范围为 23.9~41.7℃,最大相差 17.8℃。行道树下的温度变化范围和变化幅度都小于对照点。

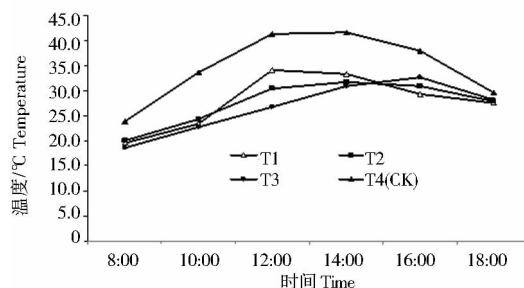


图 2 温度日动态变化

Fig. 2 The diurnal variation of average air temperature for different street trees

#### 3.3 湿度变化分析

由图 3 看出,3 条道路的行道树下空气湿度在观测时间段内都显著高于对照地(广场水泥地)( $F=3.67, P=0.019$ ),行道树之间空气湿度差异不显著( $P>0.05$ )。4 个观测地段空气湿度变化曲线均呈“U 型”,一天中最大空气湿度均出现在 8:00,最低空气湿度出现时段各不相同,都在 12:00 之后。在 8:00~18:00,第 1 观测地段空气湿度变化范围为 29.4%~58.2%,最大相差 28.8%。第 2 观测地段空气湿度变化范围为 30.8%~53.6%,最大相差 22.7%。第 3 观测地段空气湿度变化范围为 29.5%~56.8%,最大相差 27.3%。第 4 观测地段(对照)空气湿度变化范围为 18.6%~45.4%,最大相差 26.8%。行道树下的空气湿度变化范围和变化幅度都大于对

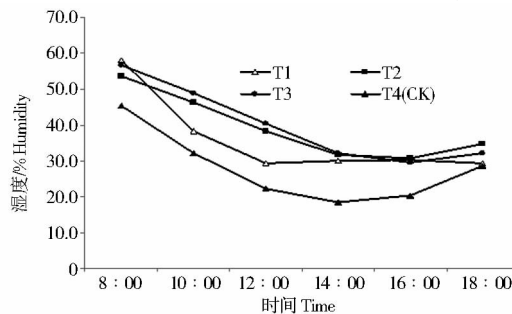


图 3 湿度日动态变化

Fig. 3 The diurnal variation of average air humidity for different street trees

照点。

3.4 生态效应分析

不同种类行道树遮光、降温及增湿效果不同(见表 1)。6 个观测时间段平均光照强度和遮光率大小关系均表现为第 3 观测地段>第 1 地段>第 2 地段。平均降温率、湿度及增湿率大小关系均表现为第 3 观测地段>第 2 地段>第 1 地

段。在观测时间段内,各地段与对照的最大光照强度差值均出现在 12:00 时间段,最大光照强度差值高达 90 671 lx。最大温差出现在 10:00 或 12:00 时间段,最大温差高达 14.6℃。最大湿度差出现在 12:00 或 14:00 时间段,最大湿度差高达 18.2%。由此可见,行道树在一定程度上具有调节光照强度、温度及空气湿度的作用。

表 1 不同行道树生态效应  
Table 1 Ecological effects of different street trees

项目 Items	T1	T2	T3	T4(CK)
光照强度/lx Light intensity	14593	15601	6858	62325
遮光率/% Shading rate	76.6	75.0	89.0	—
温度/℃ Temperature	27.8	27.6	26.6	34.7
降温率/% Increased than CK	19.9	20.5	23.3	—
湿度/% Moisture	35.9	39.3	40.0	27.9
增湿率/% Increased than CK	28.7	40.8	43.4	—

4 结论与讨论

遮光效应是由于冠层对太阳辐射的反射和吸收造成的<sup>[4]</sup>。该试验结果表明,3 条道路的行道树下的大气辐射和对照广场大气辐射变化表现出相同趋势,整个日变化曲线呈单峰型。第 3 路段遮光效果最好,主要是因为该路段树冠密集,树干矮,且栽植于东西向行道,树冠在道路上方有重叠,树荫随太阳移动而重叠,阴影内几乎无光斑。而第 2 路段的油松,树冠较小,树叶相对稀疏,遮荫效果较差。

相关研究表明,太阳辐射、蒸发、空气湿度、绿地面积、绿地形状、叶面积指数、生物量及绿地高度等都会影响树木的降温作用<sup>[12-14]</sup>。该试验表明,3 条道路的行道树降温效应在小尺度时间上存在显著差异,第 3 路段国槐高大密集、绿化量比较大,其降温效果最好。试验监测时间均为晴天,所以树木降温效果比较明显。观测路段气温最小值均出现在 8:00 左右,主要是因为气温的日动态受太阳辐射的影响。日出后,气温随太阳辐射的增强而升高<sup>[15]</sup>。白天林冠对太阳辐射有较强的抵挡作用,到达林冠下的总辐射要比到达林冠层的小。

太阳辐射量、绿地面积、绿地形状、生物量、绿

地垂直结构、长势、郁闭度、风向和风速都是影响树木增湿的主要因素<sup>[16-20]</sup>。有研究表明,城区绿地可以增加 5%~10% 的相对空气湿度,林荫的增湿保湿效果最好,灌木次之,草地最差<sup>[17]</sup>。试验行道树增湿效应间存在显著相关性,3 个路段增湿效果与降温效果规律一致,第 3 路段增湿效果最好。观测点的空气湿度最大值都出现在 8:00 温度最低的时刻,最小值都出现在中午温度最高的时刻。这是因为温度升高时,水汽压增大,饱和和水汽压也增大。但饱和和水汽压随温度增大的速度比水汽压要快。因此,相对湿度随温度升高而减少,随温度降低而增大。

该试验结果表明,行道树具有明显地遮光、降温和增湿效应,且国槐效果好于油松。因此,要提高校园绿地的生态效益,今后应该加强行道树的绿化和管护工作,改善植物配置和空间结构,以乔木为主,乔、灌、草相结合,提高绿地空间利用率,使有限的校园绿地发挥最大生态效益和景观效益。试验仅从行道树遮光、降温和增湿效应方面进行研究,要进一步了解行道树的生态效应,还应研究其释氧固碳、减弱紫外线、防风、降低噪音及吸收有害污染物等方面的作用。

参考文献:

[1] 马秀枝,李长生,陈高娃,等. 校园内行道树不同树种降温增

- 湿效应研究[J]. 内蒙古农业大学学报, 2011, 32(1): 125-130.
- [2] 刘振威, 孙丽, 沈军. 校园内不同树种行道树生态效应研究[J]. 中国生态农业学报, 2007, 15(4): 208-210.
- [3] 宋喜文, 王继侠. 浅谈园林树木在校园绿化建设中的作用[J]. 防护林科技, 2004(5): 84, 97.
- [4] 陈高娃, 马秀枝, 李长生, 等. 校园内不同树种行道树及不同类型绿地遮光效应的比较[J]. 内蒙古农业大学学报, 2012, 33(2): 63-67.
- [5] 祝宁, 李敏, 柴一新. 哈尔滨绿地系统生态功能分析[J]. 应用生态学报, 2002, 13(9): 1117-1120.
- [6] 刘振威, 孙丽, 马杰, 等. 校园内不同绿化树种片林生态效应研究[J]. 安徽农业科学, 2005, 33(5): 822-823, 825.
- [7] 胡秀丽, 郑海霞, 毛训甲, 等. 绿化对校园小气候影响的初步研究[J]. 河南林业科技, 2002, 22(2): 21-24.
- [8] 刘娇妹, 李树华, 吴菲, 等. 纯林、混交林园林绿地的生态效益[J]. 生态学报, 2007, 27(2): 674-684.
- [9] 李晓征, 黄月明. 南宁市主干道道路绿化树种的生态效应研究[J]. 安徽农学通报, 2011, 17(7): 152-154.
- [10] 王日明, 龙岳林, 熊兴耀, 等. 怀化市城市道路绿地调查分析[J]. 湖南林业科技, 2010, 37(3): 68-71.
- [11] 钱妙芬, 张凤娟, 张友金, 等. 行道绿化夏季小气候效应研究及模糊综合评价[J]. 南京林业大学学报, 2000, 4(6): 55-58.
- [12] 苏泳娴, 黄光庆, 陈修治, 等. 城市绿地的生态环境效应研究进展[J]. 生态学报, 2011, 31(23): 7287-7300.
- [13] 武小钢, 蔺银鼎, 闫海冰, 等. 城市绿地降温增湿效应与其结构特征相关性分析[J]. 中国生态农业学报, 2008, 16(6): 1469-1473.
- [14] 郭伟, 申屠雅瑾, 邓巍, 等. 城市绿地对小气候影响的研究进展[J]. 生态环境, 2008, 17(6): 2520-2524.
- [15] 武鹏飞, 王茂军, 张学霞. 北京市植被绿度与城市热岛效应关系研究[J]. 北京林业大学学报, 2009, 31(5): 54-60.
- [16] 刘娇妹, 李树华, 杨志峰. 北京公园绿地夏季温湿效应[J]. 生态学杂志, 2008, 27(22): 1972-1978.
- [17] 苏泳娴, 黄光庆, 陈修治, 等. 广州市城区公园对周边环境的降温效应[J]. 生态学报, 2010, 30(18): 4905-4918.
- [18] 黄良美, 黄玉源, 黎桦, 等. 城市不同绿地生境小气候的时空变异规律分析[J]. 城市环境与城市生态, 2007, 20(1): 29-34.
- [19] 郑芷青, 蔡莹洁, 陈城英. 广州不同园林绿地温湿效应的比较研究[J]. 广州大学学报: 自然科学版, 2006, 5(1): 37-41.
- [20] 康博文, 王得祥, 刘建军, 等. 城市不同绿地类型降温增湿效应的研究[J]. 西北林学院学报, 2005, 20(2): 54-56.

## Study on Ecological Effect of Street Trees in Campuses

ZHAO Man-xing, BAI Dong-dong, ZHANG Qi, ZHONG Chen-fei, WANG Wen-qiang

(College of Life Sciences, Yan'an University, Yan'an, Shaanxi 716000)

**Abstract:** In order to understand ecological effect of street trees in campuses and provide the theoretic guidance on greening campuses. Two kinds of street trees in campuses of Yan'an University were selected to measure meteorological factors such as light intensity, temperature and humidity. At the same time comparative observation was conducted at adjacent open cement pavement. The results showed that there were significant difference among three roads in lowering light intensity, temperature and increasing humidity. The mean shading rate, temperature dropping rate and humidity increasing rate were 80.2%, 21.2% and 37.6% respectively. The highest ecological effect was *Sophora japonica* and the lowest ecological effect was *Pinus tabulaeformis*. Crown range had effects on ecological function of different street trees. The virescence and management should be reinforced for further.

**Key words:** street trees; shading rate; temperature dropping rate; humidity increasing rate

欢 迎 订 阅