

银杏水分输导过程研究^[20]

向小琴^{1,2}, 宋西德¹, 李巧芹¹

(1. 西北农林科技大学林学院, 陕西 杨凌 712100;

2. 陕西富县退耕办, 陕西 富县 727500)

摘 要: 用树干液流探针针对银杏树干液流流速在标准日昼夜及阴天的变化过程进行了测定。结果表明: 在标准日, 6:00~9:00 间, 树干内不产生液流; 9:00~11:00 间, 树干液流流速递增, 并于 11:00 达到最大; 13:00~15:00 间, 液流流速出现波动, 15:00 后液流流速下降, 16:00~20:00 间, 液流流速平稳; 20:00~22:00 间, 液流流速继续下降; 22:00 后树干内不再产生液流。阴天树干液流流速相对平稳, 流速的峰值出现时间比晴天推迟约 1.5 h。银杏边材在晴天昼夜液流量分别为 4.445 L 和 0.8841 L; 阴天昼夜液流量分别为 5.3341 L 和 1.2891 L。晴天树干昼夜液流量均小于阴天。

关键词: 耗水特性; 液流; 液流量; 银杏

中图分类号: S792.95

文献标识码: A

文章编号: 1000-7601(2006)01-0149-05

随着全球工业化进程不断加快和生态环境破坏加剧, 环境水分日益短缺, 树木耐旱和耗水问题成为人们关注的焦点^[1,2]。如何准确地测定和把握树木整株的耗水量和耗水规律, 成为生态和树木生理学家急需解决的问题。利用热扩散式液流探针, 结合对气象和土壤因子的同步检测, 能够动态地掌握整株树木的蒸腾耗水规律, 并揭示其生态、生理作用机理^[3,4]。在以往的研究中, 对荒山造林树种的抗旱性和耗水量做了大量的测定, 取得了显著的成果^[5~14], 但对城市绿化树种的研究仅限于景观布局的整体效果^[15,16], 而对其抗逆性和耗水量的研究报道尚不多见。笔者对城市绿化中的常用树种—银杏 (*Ginkgo biloba*) 的耗水特性进行了测定, 旨在为城市绿化树种的选择提供参考。

1 研究区概况

试验设在西北农林科技大学林学院院内, 该地地处关中平原腹地的渭河二阶阶地上, 属暖温带大陆性季风气候, 主要土壤类型为土。年辐射总量为 $475.62 \times 10^7 \text{ J/m}^2$, 年日照时数为 2 105 h, 年均气温 12.9°C , 最热月均温 25.8°C , 最冷月均温 -1.1°C , 极端最高气温 42°C , 极端最低气温 -19.4°C , $\geq 10^\circ\text{C}$ 积温 $4\ 185^\circ\text{C}$, 无霜期 221 d, 年均降雨量 651 mm^[14]。

2 材料与方法

选择八年生, 树高 4.70 m, 胸径 12.2 cm, 树干通直圆满, 不偏心、偏冠, 测定部位上下 50 cm 处无节疤和损伤, 生长健壮的银杏行道树, 作为研究对象。用 ZENO 树干茎流计测定银杏边材液流流速和空气温度、空气湿度、太阳辐射强度、风速、土壤温度、土壤湿度等环境因子。具体做法是: 将钻孔模板贴于树干距地面 1.50 m 处, 电钻钻头置于模板的孔内打孔 (每株 2 个, 上下各 1 个), 在打孔过程中保持钻头水平。然后把带有红色导线的 TDP-30 探针插入上边孔内, 带有绿色导线的探针插入下边孔内。探针安装完成后, 用泡沫块将探针夹住并用胶带固定, 外面裹上绝缘、防辐射材料, 用胶带密封, 防止雨水进入。最后把 TDP 馈线与数采器连接, 接通电源。为了研究需要, 设置空气温度、相对湿度、有效辐射、风速、风向、土壤温度与 TDP 工作参数并与数采器连接, 组成便携式微型气象站, 启动数采器采集数据。数据采集与处理用笔记本电脑与数采器连接, 定期采集数据, 银杏的树龄和边材厚度用生长锥法确定。

树干液流的流速和液流量由下式^[17]求得。

$$K_i = (dt_{\max} - dt_i) / dt_i$$

$$V_i = 0.0119 \times K_i^{1.231}$$

$$F_i = A \times V_i$$

式中: dt_i —为双热电偶温差, K_i —为无量纲中间参数, V_i —为液流流速 (cm/s), F_i —为液流通量 (cm^3/s), A 为边材面积 (cm^2) 。

3 结果与分析

3.1 环境因子对树干液流流速的影响

在环境因子中, 对植物蒸腾影响最大的是太阳辐射。因为太阳辐射不仅能改变空气温度和风向、风速等环境因子, 而且太阳辐射中的可见光还能影响

植物叶片气孔关闭。

由图 1、图 3、图 4 可见, 在标准日太阳辐射的变化趋势基本与树干液流流速的变化一致。6:30~9:00 间, 树干内未产生液流的主要原因在于辐射弱, 气孔未开张。12:30 左右, 在直射阳光下, 辐射强度达到最大, 树木叶片温度升高大于周围气温增加, 叶片细胞间隙蒸汽压超过外界大气蒸汽压, 叶片蒸腾达到最大, 树干液流流速增至峰值。22:00~6:00 间, 辐射强度为零, 气孔关闭, 蒸腾停止。

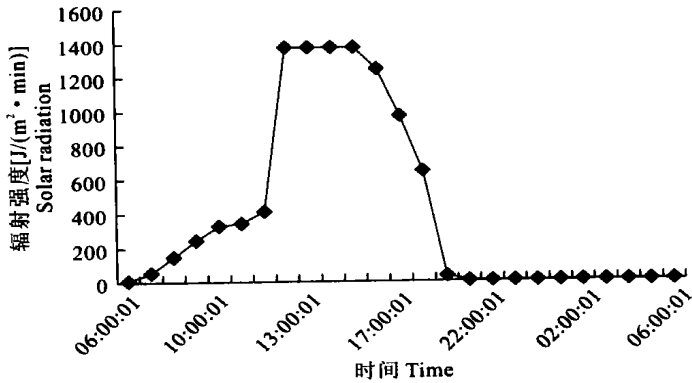


图 1 太阳辐射昼夜变化

Fig. 1 Changes of solar radiation during daytime and night

由图 2 可见, 无论阴天与晴天, 太阳辐射强度均是 9:00 以后逐渐递增, 22:00 到次日凌晨 6:00 间

为零, 其变化过程基本一致。但晴天辐射强度的峰值比阴天出现早约 1.5 h。

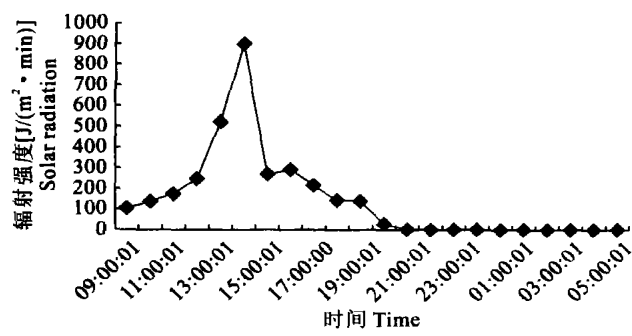


图 2 阴天太阳辐射

Fig. 2 Changes of solar radiation during daytime and night in cloudy day

3.2 树干液流的日变化

由图 3 可见, 在标准日 (晴天最高气温 30~35℃, 2003 年 6 月 5 日) 条件下, 银杏树干液流流速白天呈多峰曲线, 峰值分别出现于 11:00, 13:00~14:00 和 14:00~15:00 间。早晨 6:30~9:00 间由于气温较低, 空气湿度较大, 叶面温度不高, 大部分气孔关闭, 树干内无茎流产生。9:00~11:00 间, 随着气温升高, 空气湿度减小, 气孔逐渐开张, 树干液流流速增加。中午 11:00 左右, 气温接近白天最

高值, 空气湿度接近白天最低值, 叶片组织内部与外部大气之间蒸汽压达到最大, 气孔开张程度进一步加大, 树干液流流速达到最大。12:00 左右, 气温、叶片温度升至白天峰值, 根系吸水速度不足以补充蒸腾失水消耗, 树木整株特别是叶子含水量开始下降, 树木为保持体内水分平衡, 关闭气孔, 树干液流流速骤然下降。12:00~13:00 间, 地温不断升高, 树盘表土蒸发强烈, 土壤水分含量急剧降低, 树干液流流速平稳。15:00~19:00 间, 天气情况趋于稳

定,树干液流流速平稳。

由图4可见,夜间20:00~22:00间,树干液流流速呈递减趋势。其原因在于此时间段内气温逐渐降低,空气中水汽逐渐饱和,树木水分损失减少,气孔开张度减小,树干液流流速持续下降。22:00至次日天亮前(6:00),气孔完全关闭,蒸腾不再发生,树干液流流速为零。

3.3 阴天树干液流的日变化

由图5可见,阴天树干液流的日变化与标准晴

日呈现一定差异。具体表现为阴天树干液流流速相对平稳,流速的首次峰值出现时间比晴天推迟约1.5 h左右。10:00~12:00和15:00~19:00间辐射强度、空气温度变化及空气相对湿度变化不大,树干液流流速相对平稳。13:00~15:00间,太阳辐射和土壤温度达到白天最大值,空气湿度减至最小值,树干液流流速再现峰值。阴天树干液流流速首次峰值出现时间比晴天迟,与太阳辐射强度首次峰值出现时间晚有关。

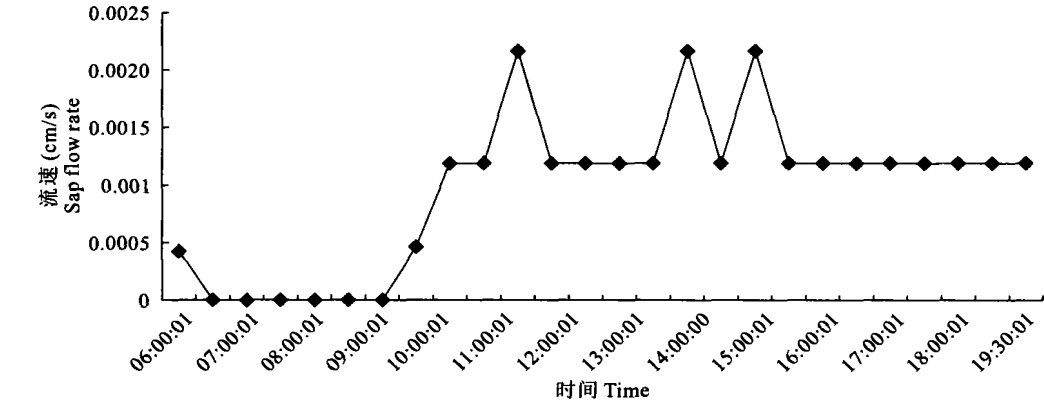


图3 树干液流流速昼变化
Fig. 3 Changes of sap flow rate during daytime

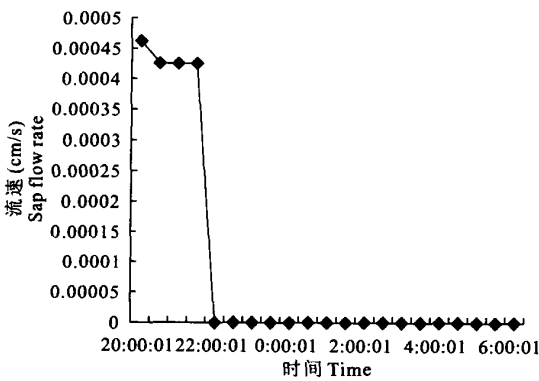


图4 树干液流夜变化
Fig. 4 Changes of sap flow rate during night

由图6,阴天6月4日夜间23:00到6月5日清晨6:00树干内有微弱茎流产生。

3.4 树干液流量的计算

对标准日6:00~18:00和19:00~6:00的树干液流流速分别求均值, $V_{\text{均昼}1}=0.001\text{ cm/s}$, $V_{\text{均夜}1}=0.000235\text{ cm/s}$ 。按白天13 h,夜间11 h计,分别求得银杏边材昼液流量为4.4451 L,夜液流量为0.8841 L。对阴天9:00~20:00,21:00~6:00

期间树干液流流速分别求均值,得 $V_{\text{均昼}2}=0.0012\text{ cm/s}$, $V_{\text{均夜}2}=0.00029\text{ cm/s}$,边材昼液流量为5.3341 L,夜液流量为1.2891 L。

4 结论与讨论

利用树干茎流计,结合被测部位边材横断面积,可求得银杏整株昼夜耗水速率,忽略树木自身同化作用固定的水分,可计算银杏日耗水量。在不同天气条件下,银杏整株昼夜的耗水过程表现出一定差异。在标准日白天,树干液流流速变化较大,阴天树干液流流速相对平稳且流速的首次峰值出现时间比晴天推迟约1.5 h左右。在标准日夜间22:00到6月6日清晨6:00间树干内无茎流产生,而阴天6月4日夜间23:00到6月5日清晨6:00树干内有微弱茎流产生。阴天树干茎流量昼夜间均大于晴天。在笔者所选的标准日13:00~16:00间,太阳辐射强度递减,气温逐渐降低而树干液流流速出现较大波动及阴天6月4日夜间23:00~6月5日清晨6:00树干内有微弱茎流产生及阴天树干茎流量昼夜间均大于晴天的原因,尚待进一步观察研究。

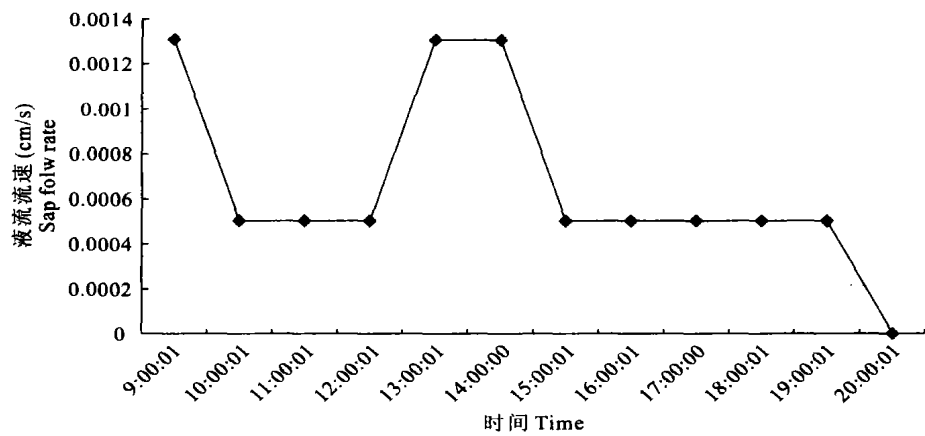


图5 阴天树干液流流速日变化

Fig.5 Changes of sap flow rate during daytime in cloudy day

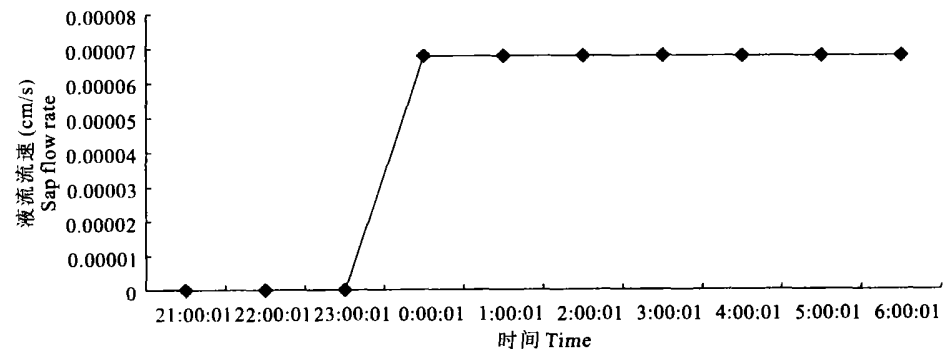


图6 阴天树干液流流速夜变化

Fig.6 Changes of sap flow rate during night in cloudy day

参考文献:

[1] 巨关升,刘奉觉,郑世锴.选择树木蒸腾耗水测定方法的研究[J].林业科技通讯,1998,(10):12-14.

[2] 周平,李吉跃,招礼军.北方主要造林树种苗木蒸腾耗水特性研究[J].北京林业大学学报,2002,24(5):50-55.

[3] AnfodilloT, Sigalotti G B, Tomasi M, et al. Applications of a thermal imaging technique in the study of the ascent of sap in woody species[J]. Plant Cell and Environment, 16: 997-1001.

[4] Wullschlegler F C Meinzer, Vertessy R A. A review of Whole plant water use studies in trees[J]. Tree physiology, 1998, 18: 499-512.

[5] 王华田,马履一.利用热扩式边材液流探针(TDP)测定树木整株耗水量的研究[J].植物生态学报,2002,26(6):661-667.

[6] 杨新民,杨文治.灌木林地的水分平衡研究[J].水土保持研究,1998,5(1):109-118.

[7] 张国盛.干旱、半干旱地区乔灌木树种耐旱性及林地水分动态研究进展[J].中国沙漠,2000,20(4):363-368.

[8] 王孟本,李洪建,柴宝峰,等.两种蒸腾作用、光合作用和蒸腾效

率的比较研究[J].植物生态学报,1999,23(5):401-410.

[9] 刘淑明,孙丙寅,孙长中.油松蒸腾速率与环境因子关系研究[J].西北林学院学报,1999,14(4):27-30.

[10] 郭连生,刘亮.9种阔叶幼树的蒸腾速率/叶水势和环境因子关系的研究[J].生态学报,1992,12(1):47-52.

[11] Khalil A A M, Grace J. Acclimation to drought in *Acer pseudoplatanus* L. (Sycamore) seedlings [J]. Journal of Experimental Botany, 1992,43:1591-1602.

[12] Marshall D C. Measurement of sap flow in conifers by heat transport[J]. Plant physiology, 1958,33:385-396.

[13] Jones H G. Plant and microclimate—a quantitative approach to environmental plant physiology [M]. Cambridge: Cambridge university press, 1992.55-60.

[14] 申卫军,张硕新,刘立科.几种木本植物木质部栓塞的日变化[J].西北林学院学报,1999,14(1):28-32.

[15] 薛理和.城市绿化在生态城市建设中的作用[J].防护林科技,2003,(4):73-74.

[16] 黄玉源,黄良美,黎华.对我国城市绿化浅析[J].生态科学,2003,22(1):90-92.

[17] Grainer A R, Barigah Huc S T. Transpiration of natural rain forest and its dependence on climatic factors [J]. Agricultural and Forest Meteorology, 1996,78:19-29.

Study on water transmitting process in Ginkgo biloba

XIANG Xiao-qin^{1,2}, SONG Xi-de¹, LI Qiao-qin¹

(1.College of Forestry, Northwest A &F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;
2.Office for Returning-farmland-into-forest of Fuxian County, Fuxian, Shaanxi 727500, China)

Abstract: The velocity of sap flow in the trunk of Ginkgo biloba has been gauged by TDP probes in standard day and cloudy day. The results indicated there was no sap flow during 6 : 00~9 : 00 and after 22 : 00; the velocity of sap flow increased gradually until reached the peak value during 9 : 00~11 : 00, fluctuated during 13 : 00~15 : 00, dropped after 15:00, became stable during 16 : 00~20 : 00, dropped again during 20 : 00~22 : 00 in the standard day. In the cloudy day, the velocity of sap flow was relatively stable and the peak value appeared 1.5 hours later than that in the sunny day. The flow in the trunk of Ginkgo biloba was 4.445 L and 0.8841 L during the daytime and the night respectively in the sunny day, and 5.334 L and 1.289 L during the daytime and the night respectively in the cloudy day. The flow in the trunk of Ginkgo biloba during the sunny day was less than that in the cloudy day.

Key words: water consumption characteristics; sap flow; sap flow rate; Ginkgo biloba

(上接第142页)

Observation of eco-physiological characteristics in tomato under solar greenhouse

MA Peng-li^{1,2}, YIN Dong³, ZHANG Xu-dong³, YANG Qi-guo¹,
YANG Xing-guo¹, WANG Run-yuan¹

(1.Key Laboratory of Arid Climate Changing and Reducing Disaster of Gansu Province,
Institute of Arid Meteorology, China Meteorological Administration, Lanzhou 730020, China;
2.Pingliang Meteorological Department, Pingliang Gansu 744000, China; 3.Lanzhou Central
Meteorological Observatory, Gansu Provincial Meteorological Bureau, Lanzhou 730020, China)

Abstract: In EM²¹⁰ solar greenhouse, the Galileo-LPS plant physiological monitor system and the greenhouse meteorological observation system were adopted to monitor continuously the real-time weather factors and the eco-physiological characteristic values in tomato. The results indicated: the growth features of different size of tomato fruits were much different; the increasing course of small tomatoes showed "ladder" model, and that of big and middle ones showed "wave" model. The daily change of leafstalk stem-flow velocity presented "double-apex" model. When the air temperature was 1.7℃ higher than the leaf temperature, the growth of tomato was harmed by high-temperature, and "the noon break of stem-flow velocity" phenomenon was found during 12 to 16 o'clock. In tomato production under solar greenhouse, it is necessary to startup the temperature regulation equipment in time when the temperature is beyond 30.5℃.

Key words: solar greenhouse; tomato; eco-physiology