北京森林站华北落叶松林景观

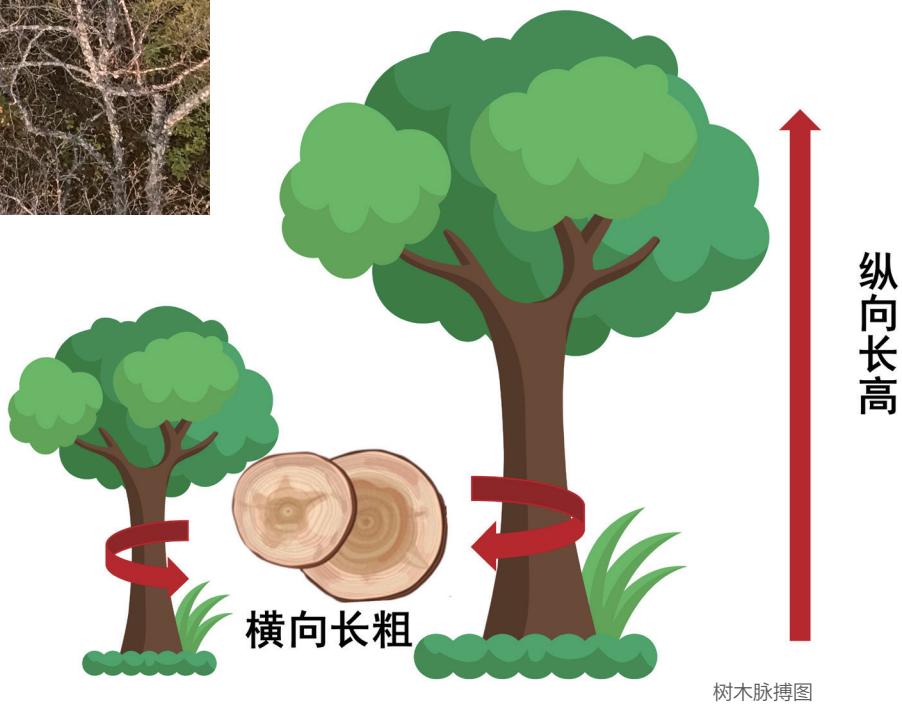
树木的“脉搏”

撰文 张启 李艳 王杨 供图 北京森林站

说起人的脉搏，大家或许很了解，但你们了解树的“脉搏”吗？虽然每棵树的树干看起来都是静止不动的，但是树干的生长过程时刻都不曾停止，像人的脉搏一样，有舒有张。树木的“脉搏”随着环境变化有规律地不断跳动着，让我们有机会去探究树木生长过程中各种有趣的经历……

提起脉搏，大家或许会想到可以通过中医的把脉，来判断人的身体是否健康，因为人类的脉搏反映着我们心脏的时刻跳动与生命的节律。其实树木也有“脉搏”，我们也可以通过给树木“把脉”来判断它的生长是否健康。树木的“脉搏”记录着树干每时每刻的生长变化信息，可以反映出树木对外界环境变化的反应。当外部环境变化时，树干生长的变化便形成了“脉搏”，我们通过给树木“把脉”，就能判断树木的生长是否健康。那就让我们来看看树木有着怎样的“脉搏”，我们又是通过什么样的方式来给树木问诊把脉的吧。

树木时刻跳动的“脉搏”，反映着树木内部生理活动的强弱。在这个过程中，树木在不断地长高变粗，悄悄长大。然而，你观察或思考过树木逐渐长大的过程吗？看似静态的它是怎么变粗的呢？其实，树干的生长包括纵向长高和横向长粗两个过程。前者属于茎的初生生长，是茎尖的顶端分生组织产生的细胞使茎的长度增加，它使树干不断长高，使树冠枝繁叶茂，尽可能多地吸收阳光和二氧化碳。树干变粗的过程（径向生长），属于茎的次生生长。在生理



树木脉搏图

层面上，这一过程起作用的是茎干中的维管形成层（位于韧皮部与木质部之间的分生组织）。维管形成层的细胞不断分裂和增大，向内产生次生木质部，向外产生次生韧皮部，从而使茎加粗。

通常认为树木的径向生长是一个相对缓慢的过程，每年的增长量只有几毫米，但这个过程实际上比我们想象的要更为活跃，树木形成层细胞分裂和细胞扩张往往在数小时到数天的时间尺度上进行。这么微小的变化，要做到准确的监测和记录，是一件非常不容易的事情。树木径向生长测量仪是一种高精度的设备，可以在以微米为单位的分辨率下监测树干直径的变化。

北京东灵山地区的森林生态系统是维护北京生态环境质量的天然屏障，这里也是我国典型暖温带落叶阔叶次生林恢复和保护最完好的地区之一。

我们利用树木径向生长测量仪对中国科学院北京森林生态系统定位研究站（简称“北京森林站”）科学试验区内4种常见树种（辽东栎、黑桦、糠椴和华北落叶松）的“脉搏”进行实时监测，发现很多鲜为人知的关于树木径向生长的故事。

安装在糠椴树干上的2套树木径向生长测量仪

通过监测数据发现，树干直径通常会在夜间增加，黎明时分达到峰值，随着太阳的升起开始下降，在傍晚时分达到最小值。树木在生长过程中，总是这样日夜“胖瘦”搏动，每天周而复始。但是一天里，向外扩张的“变粗”要大于向内收缩的“瘦身”，特别是晚上的生长量积累要高于白天。也就是说，树木其实是在夜晚悄悄长粗的。

这样奇异的昼夜节律“脉搏”现象，其实主要是由树木自身的水分存储状况所驱动的。树木通过叶片表面与空气相联系，通过根部表面与土壤相联系。空气和土壤条件的改变都会影响树木的水分存储状况。树干收缩表明水分流出树外，树干增粗表明水分流入树内。通常在白天，叶片的大多数气孔都开放，树木的蒸腾作用较强，木质部里的水分流失要高于从土壤中吸收的水分，这就限制了径向生长，树干就趋于收缩。而到了夜晚，叶片气孔总是关闭的，蒸腾作用非常微弱，树木从根部主动吸收水分，自下而上运输，提高了形成层的细胞膨压，恢复了细胞分裂和增大，进而促进了径向生长，树木也因此变粗了。然而，值得注意的是，这种由于水分状况变化引起的树干直径的昼夜波动并不意味着树干真的长粗了。

在树木径向生长测量仪的记录中可以看到树干直径会有不可逆转的增长，因为木质部的生长过程会分化形成新的细胞，在几周和几个月内新形成的组织，也就是新的木质细胞会木质化。它们一旦建成就不会消失，导致了不可逆的茎干生长，这才是树木真正意义上的径向生长。

树木的径向生长被限制在一年中相对较短的时间段内，即春季和夏季。华北落叶松和辽东栎生长季开始时都表现出较高的生长速度，同时生长季初期较高的温度和较多的降水会促使树木生长开始时间提前。四个树种之间“脉搏”变化幅度也存在很大差异，华北落叶松和

北京森林站科学实验区景观

辽东栎的“搏动”幅度明显高于其他两个树种，这种“脉搏”上的差异和森林的冠层结构以及树木生理特征都有关系。东灵山地区辽东栎的树冠要比黑桦和糠椴的树冠更高、更大：一方面，对于辽东栎来说，更高、更大的树冠意味着更多的太阳辐射和蒸腾作用。另一方面，当降雨发生时，辽东栎的冠层在第一时间可以补充到水分，同时也可能会拦截掉部分降雨量，阻碍了黑桦和糠椴对水分的获取。

通过不同气候条件下“脉搏”上的差异，也可以判断出不同树种适宜生长的气候范围。东灵山地区的辽东栎和华北落叶松在13℃左右的气温条件下生长的最好，而黑桦和糠椴在大约18℃的气温下生长的最好，过冷或过热的温度都会抑制它们的生长。对树木生长限制作用最大的是空气的干燥程度，相较于辽东栎和华北落叶松，黑桦和糠椴在较干燥的环境中可以生长得更好。

树木“脉搏”还有所谓的“病态”时期。若是恰逢下雨天，树干“脉搏”几乎完全停止，树干总是日夜不停地持续增粗，直到雨过天晴，树干才又继续开始收缩。若是在持续高温干旱的天气下，这种收缩现象会非常明显。当发生短期干旱事件时，不同树种会发挥各自擅长的适应策略来抵抗干旱，辽东栎和华北落叶松对高温干旱的天气就比黑桦和糠椴更加敏感。

树木的径向生长是一个非常重要的过程，树干变粗意味着更多的二氧化碳吸收和生物量积累。对不同树种的生长“脉搏”开展长期连续监测，既是科学研究的重要手段，又为实现“绿水青山就是金山银山”提供了关键的数据支持。

作者简介

张启，唐山师范学院生命科学系讲师，研究方向为森林生态学。

李艳，北京农学院园林学院讲师，主要从事森林健康和古树研究。

王杨，中国科学院植物研究所工程师，北京森林生态系统定位研究站执行站长，主要从事森林监测和管理工作。

（责编　桑新华）