

热消散探针（TDP）监测树干液流的误差分析及精度提高

孙子荟^{1,2} 刘子懿² 方东明^{1,2} 梅婷婷*

亚热带森林培育国家重点实验室 浙江农林大学 杭州临安 211300; 2. 环境与资源学院 浙江农林大学 杭州临安 211300)

摘要:【目的】热消散探针(TDP)广泛应用于树干液流测量,但其精度受木材结构和环境影响较大,且原始 Granier 经验公式需要基于种的校准。【方法】为系统地总结分析 TDP 精度影响因子,本研究收集整理了 36 篇相关研究论文、包含 70 个树种的 TDP 校准公式,分析液流密度误差及其影响因子,并利用 ANSYS 仿真模拟进行对比研究,探讨主要影响因子对误差的贡献。【结果】结果表明,TDP 探针平均低估了 27.53 %液流密度。Meta 分析显示探针长度、校准材料和木材孔隙类型对 TDP 精度有显著影响 ($P < 0.05$),随探针长度的减小、校准材料完整性增大和木材孔隙的增大而低估程度越严重。ANSYS 模拟数据显示液流速度,探针长度和木材导热系数对 TDP 精度有显著影响 ($P < 0.05$),影响程度为液流速度,探针长度和木材导热系数依次减弱,TDP 精度随液流速度增大、探针长度的减小和木材导热系数的增大而减小。木材干密度、校准时参考方法和非导水木质部对精度无显著影响。【结论】基于热传导理论和主要误差影响因子,本研究提出一种新的液流计算方法。在低液流密度 ($< 30 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$),新算法的精度比 Granier 原始公式提高了 23.31 %,整体上 ($0-150 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$) 提高 4.33 %。本研究为 TDP 测量精度的提高提供了新的思路。