

蒸发制冷对液滴表面温度分布规律及其“相图”的影响

于承志 徐学峰

(北京林业大学 100083)

摘要: 液滴蒸发是自然界中常见的现象,其不仅与我们的日常生活密切相关,还在近年来被广泛的应用在了林业、工业等领域中,如林木保护涂层制备、木材纤维增强材料制备等。在蒸干后,含颗粒的液滴通常会在其蒸发基底表面留下不同形状的沉积,控制干燥液滴的沉积模式对延长林木寿命、提高木材强度有至关重要的作用。

液滴的表面温度是影响其内部流场与沉积形状的重要因素,尽管在此前的研究中,液滴的表面温度分布模式能够通过数值计算得到的“相图”表征,但该“相图”的数值计算结果还缺少实验验证。本研究利用红外热成像技术对基底上蒸发液滴的表面温度进行了实验观测,并通过组合场方法进行了液滴表面温度的数值计算。实验观测结果表明,随着液滴蒸发过程中接触角的变化,液滴表面将呈现出三种不同的温度分布规律,这与此前表面温度分布“相图”的理论预测一致。液滴的表面温度分布模式的变化可以通过固液界面热传导路径和蒸发制冷效应的协同作用来解释。此外,本研究还讨论了蒸发制冷效应对该“相图”的影响:实验发现,蒸发制冷效应强弱的变化可以改变液滴表面温度的分布规律,数值结果进一步表明,蒸发制冷会改变“相图”中三个相区的大小。由于本研究忽略了液体内部的对流,目前的结论只适用于缓慢蒸发的液滴,但它可以作为一个框架来解决更复杂的强对流发生的情况。本研究提出的结果重现了沿液滴表面温度分布的基本特征,这有助于更好的理解附着液滴的蒸发过程,为控制蒸发液滴中颗粒的沉积模式,进而延长林木寿命、提高木材强度提供了理论基础。