

湿态服装热阻预测模型的建立和测量

Development of prediction model and measurement of clothing thermal resistance under wet conditions

吴子江 1、杨瑞梁 2、钱晓明 1*、师云龙 1

Zijiang Wu 1, Ruiliang Yang 2, Xiaoming Qian 1*, Yunlong Shi 1

1 天津工业大学纺织科学与工程学院

2 天津工业大学航空航天学院

1 School of Textile Science and Engineering, Tiangong University, China

2 School of Aeronautics and Astronautics, Tiangong University, China

钱晓明: qxm@tiangong.edu.cn

摘要

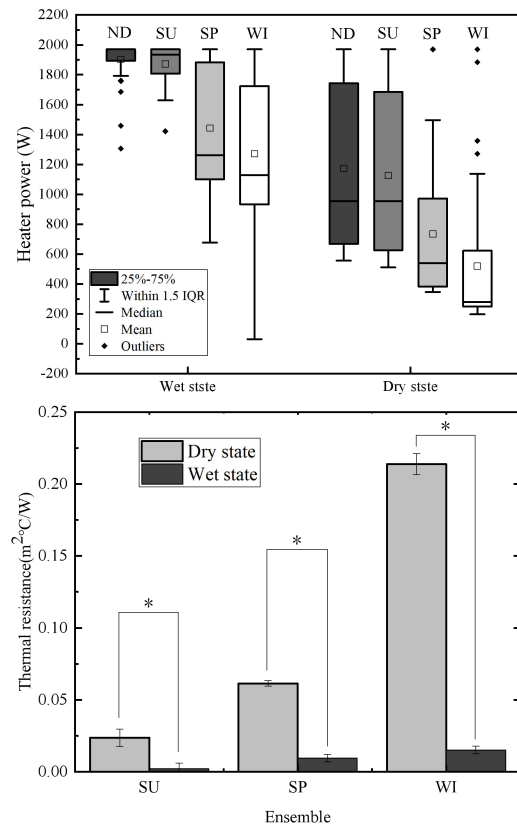
当服装浸入水中时,水会迅速占据服装内部的空隙,服装内部的空气也会消失,从而导致衣物的热阻急剧降低。为了准确计算浸湿状态下服装的热阻性能,研究提出了一种新的热阻预测模型,该模型是将水的热阻和湿纤维的热阻串联进行计算。为了验证新模型的有效性,研究还测量了三种典型套装在全湿条件下的热阻。三套典型的服装分别为:一套夏季服装(T恤+短裤)、一套春季服装(运动服+运动裤)和一套冬季服装(棉衣+羊毛裤)。这些套装的湿态热阻是采用“Walter”暖体假人在气候室的实验水箱中测得。本研究中的热阻测量可以消除由水的蒸发引起的实验误差,从而获得较为准确的湿态热阻值。根据实验结果和模型结果比较,影响湿态热阻的关键因素主要是厚度($R_{pearson}=0.992$)、孔隙率($R_{pearson}=0.980$)和含水率($R_{pearson}=0.964$)。与其他热阻预测模型相比,新模型的预测结果与实测结果更一致,所有偏差均小于10%,相关值 $R^2=0.998$ 。

关键词: 湿态 热阻 暖体假人 预测模型 相关性分析

内容摘要:

服装作为人体与周围环境之间的媒介,对两者的热交换起到了阻隔作用。服装一方面提升了生理热舒适的体验,另一方面维持身体热平衡免受低温环境的伤害。热阻作为衡量服装阻挡热量传递的物理量,同时也是评价服装热舒适性、极端环境热安全评价的重要指标。在自然环境中,服装通常是由聚合物纤维、织物内部密封的空气以及织物空隙间的水分三者组成,由于水的导热率是空气的22倍(0.57/0.026),因此失去空气的湿态织物系统导热率显著提升,相应的热阻显著降低。

研究主要目的是采用暖体假人热阻测试方法测定三种套装在湿态和干态的服装热阻,并且探讨吸水饱和后的服装相较于干燥状态下的热阻变化情况。研究第二个目的是根据前人提出的热阻理论模型进行改进,通过比较实验测定的服装热阻与热阻理论模型预测结果,最终获得相关性较强的热阻理论模型。



致谢

感谢国家自然科学基金(No.U1933111)和天津研究生研究创新项目(No.2021YJSO2B06)的资金支持。