

# 2024 年 “认证杯”数学中国数学建模网络挑战赛

## 第一阶段

### A 题 保暖纤维的保暖能力

冬装最重要的作用是保暖,也就是阻挡温暖的人体与寒冷环境之间的热量传递。人们在不同款式的棉衣中会填充保暖材料,从古已有之的棉花、羽绒到近年来各种各样的人造纤维。不同的保暖纤维具有不同的保暖性能,比如人们以往的经验表明,高品质的羽绒具有非常优秀的保暖性能,所以在极寒地区生活的人们可以穿着不算特别厚重的羽绒服,也能够起到足够的御寒效果。但是羽绒作为保暖填充材料也有缺点:成本高,无法耐湿,以及获取手段可能对动物造成不人道的伤害。所以现在普遍认为人造的保暖纤维可能在今后取得更大的市场前景。

我们专注于对人造保暖纤维的保暖能力进行建模。请你和你的团队建立合理的数学模型以回答下列问题。

#### 第一阶段问题:

1. 人们研究过一些指标来描述某种保暖材料的保暖能力。例如热导率、热阻值、热导系数、CLO 值(克罗值)等。在其中,有些指标主要依据基本的传热学物理量来进行定义和推算,忽略了实际使用的环境因素。常用的 CLO 值从定义上需要在穿着环境中对衣物进行实测,是一个比较完善的指标。但也有两个问题:首先,对某种填充材料而言,不同的填充方式、重量、厚度和压缩程度等因素都会影响实际成衣的保暖性能,所以原本定义于成衣的 CLO 值并不能完整地反映某种填充材料的完整性能;其次,在 CLO 值的定义中只考虑了某些特定的穿着环境,在运动、潮湿、

大风等特殊条件下, CLO 值与体感可能会有可观的偏差。请针对衣物内填充的保暖纤维建立一个合理的指标体系, 较为全面地衡量某种保暖纤维的保暖能力。

2. 考虑到成本低廉, 加工方便, 我们假设只使用涤纶作为保暖纤维的材料。假设纤维的横截面都是圆形, 每根纤维的平均长度和纤维的直径都是已知的常数。请建立合理的数学模型, 来研究这种保暖纤维的保暖能力与纤维平均长度以及纤维直径的关系。
3. 在第 2 问的基础上, 请根据你定义的指标, 根据典型的棉花和羽绒的微观结构(请自行寻找所需数据), 来估测其保暖能力。