2020年武汉理工大学数学建模训练题目

**第15题：带相变材料的低温防护服御寒仿真模拟**

在一些特定的场合，人们往往需要在极寒天气下作业，如高山高原工作、潜水员水下工作、现代化工厂的低温车间以及寒冷气候下的野外作业等。为了能使工作顺利进行，科学家们一直在研究低温防护复合材料，试图做成防护服用以保护在超低温环境下的工作者。

某研究所研制的低温防护复合材料：三层结构，包括内层织物层、中间层功能层、外层隔热层。内层织物层主要用于舒适性。中间层是一种特殊的材料，可以产生并释放热量，用以延缓人体温度过快降低，称为相变材料。外层隔热层主要是延缓热量对外过快传递。低温防护材料主要用于短时间的低温防护，有效降低外界环境对人体的伤害。

为了延缓人体温度过快降低，研制的复合材料的中间层要具有良好的保温性能。中间层有两个特性，特性一是厚度不能大于 0.45mm，因为中间层的硬度与厚度成正比，一旦超过 0.45mm，人体将无法伸展，也就无法工作。特性二是在高于 25℃左右（根据材料不同这个临界点会有小的变化）为液态，低于 25℃开始固化，固化时就开始放热，一直到 14.7℃左右固化完毕，将不再放热。具体数据详见附件 1。注意：附件 1 中的数据放热温度范围与上面表述温度范围有差异，以附件数据为准。

热量传递方式有对流、辐射和传导三种。但在超低温下，对外辐射微不足道，因此一般不予考虑。内层织物与人体表面之间有空气流动，外层隔热层与外部环境之间也有空气流动。空气流速不一样，所计算出来的表面换热系数也会不一样。至于热传导能力（热导率），是材料的物理属性。附件 2 给出了三层材料的物理属性值。

为检验这种复合材料的耐低温效果，科研者按照附件 2 提供的厚度为一名身高 1.70m，体重为 60kg 的中国实验者(消耗的衣料面积一般不超过人体表面积的1.25 倍)制作了一套耐低温服装。实验者将前往南极洲长城站在-40℃的低温下进行工作实验。一般来讲，人体表面温度低于 15℃工作将很困难，低于 10℃将有生命危险。科研者为慎重起见，希望在去南极洲实验前先做仿真模拟。

请你查询和阅读相关资料，运用数学模型，回答下列问题：

**问题1：**假设实验者站在南极洲长城站附近。当时环境安静，晴天无风，-40℃。请你利用传热学原理对低温防护复合材料在低温环境下传热机理进行分析，建立热量传递数学模型。并预测实验者能够在室外坚持多久？

**问题2：**假设长城站外面风速为 3m/s，实验者做轻微运动。如何改进第一问的模型，并计算实验者大约多久后就必须要返回室内？

**问题3：**在问题一的室外环境下，实验者静止不动，实验者穿着较重的防护服，最大承受重量为 100kg。并且每多承受 10s 的时间，最大承受重量将下降0.5kg**。,**如果实验室在低温防护服材料原有支出的基础上能够增加 50%以内的资金，请问如何增加防护服的厚度，使得实验者在外站立时间尽可能的长?

**问题4：**接着问题三，假定不追加资金，要想提高在户外活动时间，可以通过提高复合材料中间层的放热能力来实现，这是一个新的研究课题。那么，中间功能层的放热能力要比原先提高多少，才能使得实验者在室外坚持的时间不比第三问中坚持的时间少？假定放热能力的提高是在各个温度下同比例增加的。

2020年武汉理工大学数学建模训练题目

**第16题：工业零件切割优化方案设计**

在大型工业产品中，如机床、轮船、飞机，常常需要很多的小零件，如螺钉、螺帽、螺栓、活塞等。在零件的生产过程中，第一步是需要依照零件产品尺寸从原材料中截取初级产品，这是零件制造的第一道工序。在这道工序中，不同的截取方案具有不同的材料利用率，而原材料的利用率（原材料截取初级产品的总体积与原材料体积之比）直接影响产品的生产成本。在市场上，零件的截面（表面）形状是多种多样的，有圆形、矩形等，零件的厚度（高度）尺寸也是大小不一的。在原材料尺寸固定的前提下，截取零件的初级产品后产生的废料最少是企业的追求。

某零件加工厂新进一种原材料用来加工零件，如表 1 所示。在零件加工的过程中，需要使用切割生产的初级产品如表 2 所示。假设：割缝宽度忽略不计。请你为该零件厂提供如下问题的原材料最优切割设计方案。

**问题1：**：在一块原材料上切割 LJ1 产品，建立数学模型，给出原材料利用率最高的切割方案，即切割的数量和原材料的利用率。

**问题2：**在一块原材料上切割 LJ1、LJ2、LJ3、LJ4、LJ5、LJ6 产品，建立数学模型，给出利用率由高到低排序的前 5 种切割方案，即每个零件产品的数量和原材料的利用率。

**问题3：**需要完成表 2 中 LJ1、LJ2、LJ3、LJ4、LJ5、LJ6 产品的生产任务，至少需要多个原材料？由于工艺的缘故，只允许至多采用 5 种切割方案，建立数学模型，给出原材料总利用率最高的至多 5 种切割方案。

**问题4：**将问题三的产品型号拓展到 LJ1-LJ9, 需要完成表 2 中 LJ1-LJ9 产品的生产任务，同样需要多少个原材料？同样只允许至多采用 5 种切割方案，建立数学模型，给出原材料总利用率最高的至多 5 种切割方案。

**问题5：**不考虑产品 LJ1-LJ9 的需求数量，给定 100 个原材料，按照表 2 中给出的利润，建立数学模型，给出总利润最大的切割方案（同样要求切割方案不超过 5 个）。

注：1）原材料总利用率=；

2）每一个问题的计算结果尽量用表格的形式展示在论文之中。

2020年武汉理工大学数学建模训练题目

**第17题：脱贫帮扶绩效评价**

消除贫困、改善民生、逐步实现共同富裕，是社会主义的本质要求，是我们党的重要使命。党的十八大以来，国家把扶贫开发工作纳入“四个全面”战略布局，作为实现第一个百年奋斗目标的重点工作，摆在更加突出的位置。

为了更好的激励各帮扶单位提高扶贫效率，扶真贫，真扶贫。五年前，国家启动了脱贫帮扶绩效评价机制。某科研团队接受任务后，对全国 32165 个需要帮扶的贫困村进行了初步的贫困调查。从居民收入(记为 SR)、产业发展(记为 CY)、居住环境(记为 HJ)、文化教育(记为 WJ)、基础设施(记为 SS)等五个评价指标给出了评分。以此为依据，将被帮扶的村庄划分为 160 个集合，每个集合指定帮扶单位（标记为 0-159）进行帮扶。这 160 个帮扶单位按照单位属性（如国企还是民营企业等）标记为 0-5 等 6 个类型。

2020 年，研究团队再次进行了调研，得到了被帮扶的这些村庄居民收入、产业发展、居住环境、文化教育、基础设施等五个方面的评分数据以及总分数据。为了便于比较和研究，所有数据都进行了标准化处理（标准化后的数值越大表示评分越高）。绩效评价，不能仅以最后的得分作为依据，需要考虑各个评价指标的进步幅度。因为这样才能公正的评判帮扶的效果，就能鼓励更多的帮扶单位愿意花精力去帮助非常贫困的地区。

请你运用数学建模，解决以下问题：

**问题1：**一般人的理解是，五年前的评分与 2020 年对应的各项评分有着直接的关联，如五年前的居民收入不错，现在的居民收入也会是不错的。你认为本问题有这个规律吗？请分析各个评价指标的对应关系。

**问题2：**160 个帮扶单位帮扶着基础不同的村庄，帮扶单位帮扶工作的态度、目标、投入、帮扶干部素质等显然是有差异的。仅仅用 2020 年各村庄评分高低显然是无法真正有效的体现一个帮扶单位在脱贫攻坚提升方面所做出的努力。请你运用附件的数据，阐明什么类型的帮扶单位，哪些帮扶单位在脱贫帮扶上面有较高的绩效？请给不同类型的帮扶单位绩效排序，给出脱贫帮扶绩效前十名的帮扶单位编号。

**问题3：**每个帮扶单位在扶贫上有不同的工作特色，如有些单位在提高居民收入上效果很好，而有些帮扶单位可能在改善基础设施上帮助的效果不错。请问，哪些帮扶单位分别在居民收入、产业发展、居住环境、文化教育、基础设施等评价指标上帮扶业绩明显？请列出各单项评价指标前五名的帮扶单位编号。

**问题4：**全国计划给予 10000 个村庄“脱贫先进村庄”称号。请问，哪些因素对获得这个荣誉称号有着非常重要的影响？数据表中最后有10个村庄的2020年的评价分数被删除，请你判断他们能评上“脱贫先进村庄”称号吗？如果称号分为一级和二级（一、二级称号比例为 1:3），这 10 个村庄中谁能评上“脱贫先进一级村庄”称号？

**问题5：**依据你的研究成果，向国家扶贫办写一封 500 字左右的信，阐述你的观点和建议。