

A 题 影响城市居民身体健康的因素分析

韩中庚，徐健

近些年来，随着人们生活方式的改变和生活水平的提高，以心脑血管疾病、糖尿病、恶性肿瘤以及慢性阻塞性肺病为代表的慢性非传染性疾病（以下简称慢性病）的患病率持续攀升，现已经成为影响我国居民健康的一个社会问题。众所周知，人们的健康状况与年龄、饮食习惯、身体活动和职业等都有密切的关系。现如今，通过合理地安排膳食、适量的身体活动，践行健康的生活方式，从而达到促进身体健康的目的，这是全社会普遍关注的一个问题。2023 年数学建模挑战赛的 A 题：“影响城市居民身体健康的日常因素分析”，正是在这个背景下提出的。题目的数据是某市慢性病防治部门向市民所做的实际问卷调查数据整理而成，要求解决的问题都是与城市居民的生活习惯、饮食习惯和身体健康密切相关的问题。

围绕着这个较强开放性的问题，很多参加挑战赛的老师和同学都进行了较深入的分析研究，在全国成功提交的论文中共有 800 多份论文研究的是 A 题，占总数的一半之多，这也充分反映出同学们对这个问题的广泛兴趣。经各赛区推荐共收到 54 篇研究论文，最后有 16 篇论文进入现场的决赛。在决赛答辩过程中，老师和同学们针对相关问题展开了激烈地问答和讨论，在某些问题上取得了很好的成果。

赛题要求解决的主要问题是分析居民的饮食习惯的合理性，研究居民的生活习惯和饮食习惯是否与年龄、性别、婚姻状况、文化程度、职业等因素相关，深入分析常见慢性病（如高血压、糖尿病等）与吸

烟、饮酒、饮食习惯、生活习惯、工作性质、体育活动等因素的关系以及相关程度，对居民进行合理分类并针对各类人群提出有利于身体健康的膳食、运动等方面的合理建议。

从参加决赛的 16 支代表队的论文来看，大多数的论文都能够正确地把握问题的实质，抓住问题的核心，准确地处理和应用数据，自主地研究问题。通过有效的数据分析与数据建模，较好地解决了问题，并给出了相应的结果。总体来看，主要特点有以下几个方面：

1. 大多数的论文，利用通常的数据处理方法对题目中的问卷调查数据进行了合理地预处理和描述统计分析，为后续问题的研究提供了基础保证。主要包括缺漏补充、冗余去除、异常修正等。

2. 很多论文，根据国家最新的居民膳食指南引入了膳食平衡度指标 DBI，利用调查问卷数据分析计算出居民的 DBI 指标值，并与指南中推荐的八条准则进行比较分析，从而对居民的膳食平衡度和饮食的多样性给出了评价。

3. 有的论文，从实际出发，根据调查问卷数据的特点，分别采用单因素分析和多因素分析、相关性分析、差异性分析等方法，有针对性地分析了居民的生活习惯和饮食习惯的相关因素。多数认为生活习惯与居民的年龄大小、婚姻状况和职业等因素有一定的关系，而饮食习惯与性别、年龄和文化程度等因素有关联。有人认为，吸烟与性别、职业等因素相关联。饮酒量与文化程度和年龄结构相关联，等等。

4. 有的论文，有针对性地利用逻辑回归模型，对典型的慢性病（高血压、高血糖等）与吸烟、饮酒、饮食习惯、生活习惯、工作性

质和体育运动等因素的关系和相关程度进行了分析研究，并得到了不同的结论。也充分体现了题目的开放性和结果多样性的特点。

5. 大多数的论文都能够按人群的结构（职业、年龄、性别、婚姻等）和生活习惯、嗜好等实际情况对居民进行分类，分析研究各类人群的特征和潜在的慢性病风险，有针对性地提出了合理化建议。主要从生活习惯和饮食习惯两个方面提出意见。

6. 有些论文存在一些不足和问题，如对问题的针对性不够强，表现过于模型和方法的形式化，没有掌握模型和方法的适用性和有效性。有的论文把问题视为一个综合评价问题，采用线性加和方法作为评价指标，这不是一个好的做法。有的论文不恰当地应用多种机器学习的方法，没有针对性、借景翻拍，为了用而用，没有应该价值和实际意义。

虽然今年挑战赛的交流活动结束了，但这个问题还远没有解决，还有很多具体的问题值得进一步的深入研究。希望有兴趣的老师 and 同学，赛后能够做进一步地深入研究，特别是针对具体问题做更细致的机理分析和研究，这是更有实际意义的。期待能有更多的研究成果落地，并开花结果。

B 题 电子资源版权问题

张文博，杨松

2023 “深圳杯”数学建模挑战赛 B 题“电子资源版权问题”是一个由华为云计算有限公司提供基本素材的研究性课题。该课题以当前引起广泛关注的电子资源版权问题为背景，引导学生使用数学建模的方法，利用数学模型，深入研究水印技术、隐写技术等计算机科学领域中的热点问题，促进学生在基础理论和实践应用等多个方面综合能力的提升。

在计算机网络广泛应用的今天，电子资源通过网络进行快速传递已经成为现实。这即为人们的生产生活提供了便利，也给很多行业带来了冲击与挑战。出版行业就是其中之一。充斥计算机网络的各类所谓盗版资源，从事实上严重侵害了创作者的权益，打击了创作者的创作积极性。严格地说，版权应被称为著作权，包括发表权、署名权、修改权、保护作品完整权、复制权、发行权、出租权、展览权、表演权、放映权、广播权、信息网络传播权、摄制权、改编权、翻译权、汇编权及应当由著作权人享有的其他权利。

我国政府很早就已注意到了侵害著作权的现象，并以立法的形式表明了保护著作权的决心。早在 1990 年 9 月 7 日，第七届全国人民代表大会常务委员会第十五次会议上就通过了《中华人民共和国著作权法》。2001 年 10 月 27 日，第九届全国人民代表大会常务委员会第二十四次会议对《中华人民共和国著作权法》进行了第一次修正。2010 年 2 月 26 日，第十一届全国人民代表大会常务委员会第十三次

会议对《中华人民共和国著作权法》进行了第二次修正。2020 年 11 月 11 日，第十三届全国人民代表大会常务委员会第二十三次会议对《中华人民共和国著作权法》进行了第三次修正。其中，第三次修正的《中华人民共和国著作权法》是我国现行的著作权保护法。

如何有效保护电子资源的著作权呢？这一问题伴随着电子资源侵权行为的愈演愈烈，渐渐变得至关重要。这一问题有着极强的时代特征，并有显著的社会效益。此外，这一问题也是信息安全领域中的关键问题之一。

针对这一问题，数字水印技术是一种重要且常用的技术。该技术通过在电子资源中嵌入特定的信息来表明电子资源的著作权归属性质，在一定程度上达到了维护著作权人合法权益的目的。但因为可见水印在应用于电子图片著作权保护时，往往会破坏图片自身的结构，并且容易被识别、剔除，人们开始转而寻求不可见的水印技术。这便是隐写术被广为关注的原因之一。

隐写术一般被认为是信息隐藏学的一个重要分支，它专门研究如何将信息隐藏于特定的载体。同时，它也有着悠久的历史，部分案例甚至可追溯到公元前数百年。随着计算机和互联网技术的高速发展，近代隐写技术的研究被认为大约起始于 20 世纪 90 年代。因为隐写技术能将特定信息嵌入信息载体且不易被察觉，所以它可被广泛地应用于著作权保护、数据附加等领域。

如何将隐写术应用于电子资源著作权的保护呢？其实现的原理和方法是如何的呢？隐写方案的性能又是如何的呢？2023“深圳杯”

数学建模挑战赛 B 题向全国数学建模爱好者们提出了挑战。该题目共分四个子问题，分别探讨了在电子图片中嵌入较少和较多字符信息的实现原理和具体方法，探讨了网络传输过程中，电子图片受到压缩、转存及几何攻击后，算法的可靠性问题，以及使用该算法时应注意的技术要点。

经过激烈的初赛，2023 年 11 月 17 日，来自全国各地的 16 支参赛队最终进入了全国总决赛，齐聚深圳北理莫斯科大学。在此期间，各参赛队分别、认真地汇报了自己的学习和工作成果。所有参与本题评议的评委对参与汇报的所有参赛队都给予了极高的评价。此外，各参赛队还以现场拍摄的照片为素材，展示了各自算法的性能。热烈的成果展示活动成为了本次竞赛活动的一道靓丽风景线。在和睦、融洽的氛围中，大家共同探讨了有关隐写技术的大量原理和方法，如最低有效位、离散余弦变换等信息嵌入技术，内码、图像等嵌入方案，同时也探讨了将隐写技术应用于图片资源著作权保护时，算法对压缩、转存及几何攻击的抵御能力。最后，各参赛队还客观、认真地给出了各自心中的优胜者。

在综合评委评议结果与参赛队评议结果的基础上，专家委员会评选出了本题的各个奖项。

谢谢大家！

C 题 无人机协同避障航迹规划

蔡志杰

C 题讨论的是无人机空中飞行避障问题，在单机避障问题的基础上，增加了两架无人机不能碰面的要求，使得问题的复杂性大大提高。

共有 242 个队选做了 C 题，经过赛区评阅，有 43 份论文报送全国评阅。全国评审采用网评加线上讨论的方式。经过 C 题评阅组的认真评审，共选择了 20 个队进入决赛。由于各种原因，有 3 个参赛队未提交回执，最终 17 个队参加了线下的决赛答辩。

决赛答辩顺序采用抽签方式决定。参加决赛的各支队伍在公布决赛名单后，根据专家组提出的修改建议，对初赛论文进行了改进，得到了比初评论文更好的结果。

在决赛答辩过程中，各队充分准备，讨论友好而热烈。很多队针对报告人给出的模型和方法，结合本队的类似模型和方法，进行有针对性的提问。提问主要围绕建模的逻辑、方法的可行性、结果的合理性等方面展开。经过充分的交流讨论，参赛队普遍反映对模型和方法的适用性和局限性等问题有了更深入的理解。C 题答辩小组对所有队的答辩表现表示认可，对大家的探索精神表示赞同和高度评价。

经过两天 4 个单元的交流和讨论，这个问题的处理方法归纳起来，大致有 3 种类型的模型和方法：

第一种模型是直接采用几何方法得到最优路径。这种方法，对问题 1 先到达目的地的无人机是很容易得到最优路径的；而对问题 2，要找到真正的最优路径，不是很容易。大多数队采用直观的方法，构

造较好的路径，但无法证明所给出的路径确实是最优的。对问题 3-问题 5，几何方法，容易得到不同情形下的较好路径，做得比较好的队，给出了分类条件，即在一种条件下，采用这一类最优路径，在另一种条件下，采用另一类最优路径。不同类的最优路径的主要区别在于是否需要等待。

针对问题 1 的几何模型，部分参赛队尝试给出证明，这是一个好的想法，但是没有看到完全正确的证明方法。实际上，问题 1 的证明是比较简单的，只要利用曲线长度公式就可以证明。

针对问题 3-问题 5，只有少数队给出了分类条件，但也仅是分类条件的数值计算结果，没有给出一般的解析形式，或者退一步，给出分类条件的隐式不等式。有兴趣的同学，可以作进一步研究，看看能否给出这样的条件，这样才能完整地解决问题。

第二种模型是建立控制模型，设定目标泛函，在一定约束条件下求泛函的最小值。这种方法的优点是理论上能够得到全局最优解，并且易于拓展，可以运用到更为复杂的情形，只需增加相应的约束条件。缺点是，求解方法比较困难，难以得到真正的最优解。如何设计有效的计算方法是后续需要进一步研究的。

第三种模型是采用人工势场法，类比于流体运动，引入人工引力和斥力，使无人机能够尽快地飞行到目的地。这种模型的问题相对大一些，因为采用这种模型的参赛队几乎都是采用局部搜索的方法，这种方法基本不可能得到最优解，在某些特殊的情形下，还有可能得到非常差的解。

有些参赛队提出了一些拓展的想法,比如考虑无人机进出站的方向,考虑多架无人机的情况(这种情况只提了一下,没有做具体分析),这是值得肯定的。

全国大学生数学建模竞赛组委会持续推动赛后研究工作,希望对全国大学生数学建模竞赛的赛题和深圳杯的赛题做进一步的研究。有兴趣的老师 and 同学,可以根据我们答辩中提出的问题开展后续研究,得到更好的模型和结果,整理成论文,发给我们。具体信息可以关注国赛官网。

D 题 基于机理的致伤工具推断

刘康生

2023 深圳杯数学建模挑战赛 D 题-“基于机理的致伤工具推断”来自公安刑侦及司法鉴定的实际需求。基于受害者伤情检测和现场勘测信息，推断致伤工具和侵害人特征，是公安刑侦及司法鉴定的重要环节。

伤口形状是最直观且容易获得的伤情信息，题目要求挑战者利用这个信息，探索通过致伤过程机理分析推断致伤工具的方法。

观测到的伤情，是侵害人使用致伤工具侵入受害人身体组织然后病理演化的结果。这包含非常复杂的非线性、动态、物理、生化等过程。题目要求挑战者涉足这些复杂过程的研究，而不限于伤口图像数据的处理识别。

本题目是本届深圳杯最具挑战性且最容易获奖的题目。所有提交论文的参赛队入围决赛，最后 9 个队来到决赛答辩现场。提交答辩的参赛作品都努力试图分析建模部分上述复杂过程，例如，撞击动力学模型、弹塑性动力学模型、粘弹性模型、伤口张力模型和演化模型、hertz 接触理论建模、阻尼弹簧结构建模等。较好的作品结合伤口图像数据的处理识别给出反演致伤工具信息的方法。鉴于研究实验条件、伦理道德等因素，参赛队建立的致伤机理正演化模型都没有给与检验，也难于进行检验。D 题的一等奖授予了反演目标设置最低的挑战队，因为对复杂多过程耦合且检测信息量微弱的反演，反演任务设置越低，结果显得越靠谱。

类比染色体检测是生物学意义上鉴定性别的唯一指标，欲从伤情有效推断致伤信息，期盼伤情监测技术的革命性进步。