

# 浙江大学第二十二届大学生数学建模竞赛试题

(A 题、B 题)

## 竞赛说明

(请各参赛队认真阅读，并遵照执行)

1. 各参赛队可在公布的 A、B 两题中任选一题作答，在规定时间内完成论文。论文应包括模型的假设、建立和求解、计算方法的设计和计算机实现、结果的分析和检验、模型的改进等方面，并附主要程序代码。
  2. 答卷用白色 A4 纸黑白、单面打印，上下左右各留出 2.5 厘米的页边距，从左侧装订。
    - (1) 论文第一页为封面，各参赛队需从浙江大学本科生科研训练与学科竞赛管理系统或 2024 年浙江大学大学生数学建模竞赛钉钉群下载答卷封面，如实填写后作为封面与论文全文合并为一个文件。
    - (2) 论文第二页为摘要专用页（含标题和关键词，但不需要翻译成英文），从此页开始编写页码；页码必须位于每页页脚中部，用阿拉伯数字从“1”开始连续编号。摘要专用页必须单独一页，且篇幅不能超过一页。摘要在整篇论文评阅中占有重要权重，请认真书写摘要（注意篇幅不能超过一页）。评阅时将首先根据摘要和论文整体结构及概貌对论文优劣进行初步筛选。
    - (3) 从第三页开始是论文正文（不要目录，尽量控制在 20 页以内）；
    - (4) 正文之后是论文附录（页数不限）。论文附录至少应包括参赛论文的所有源程序代码，如实际使用的软件名称、命令和编写的全部可运行的源程序（含 EXCEL、SPSS 等软件的交互命令）；通常还应包括自主查阅使用的数据等资料。赛题中提供的数据不要放在附录。如果缺少必要的源程序或程序不能运行，可能会被取消评奖资格。如果确实没有需要以附录形式提供的信息，论文可以没有附录。
    - (5) 论文正文和附录不能有任何可能显示答题人身份的信息。
  3. 各参赛队需提交纸质版论文和电子版论文。纸质版论文和电子版论文内容的完整性和形式的规范性将作为初评的重要依据。
    - (1) 纸质版论文提交：各参赛队于 5 月 22 日上午 10:00-11:30 期间将完成的答卷交到紫金港校区海纳苑 2 幢 720 室。队内 3 名同学本学期常驻校区均不为紫金港校区的，可不上交纸质版论文。
    - (2) 电子版论文提交：各参赛队于 5 月 22 日将电子版论文上传至“学在浙大”《2024 年浙江大学大学生数学建模竞赛上传专用》课程作业提交板块。上传系统 5 月 22 日上午 12:00 关闭，此后不再开放。

通过课程访问链接 (<https://courses.zju.edu.cn/course/join/JW5SU8Y51UY>) 进入课程。由队内同一位同学根据所选赛题分别上传论文和支撑材料。
- 论文只能用 pdf 格式，源程序文本应作为附录放入参赛论文之后，并与论文正文一并编辑在同一个文件中。支撑材料只能用 zip 格式或 rar 格式，包括用于支撑参赛论文中模型、结果和结论的所有必要材料，通常应包含所有可运行的源程序、自己查阅并使用的数据和难以从公开渠道找到的相关资料等。（如果确实没有所需要提供的支撑材料，此项可以空缺）。

4. 引用别人的成果或其他公开的资料(包括网上查到的资料) 必须按照规定的参考文献的表述方式, 在正文引用处和参考文献中均明确列出。正文引用处用方括号标示参考文献的编号, 如[1][3]等; 引用书籍还必须指出页码。参考文献按正文中的引用次序列出, 其中书籍的表述方式为:  
[编号] 作者, 书名, 出版地: 出版社, 出版年。  
参考文献中期刊杂志论文的表述方式为:  
[编号] 作者, 论文名, 杂志名, 卷期号: 起止页码, 出版年。  
参考文献中网上资源的表述方式为:  
[编号] 作者, 资源标题, 网址, 访问时间(年月日)。
5. 各参赛队应严格遵守竞赛规则, 比赛开始后不得更换队员, 不得与队外任何人(包括在网上)讨论。
6. 竞赛进行期间, 关于竞赛程序、赛题更新等信息将在竞赛钉钉群中发布。本次竞赛的评奖、答辩和全国数学建模竞赛校内选拔将在 6 月进行, 请各参赛队及时关注浙江大学数学建模实践基地网站(<http://www.mathweb.zju.edu.cn:8080/mmb/>)和 2024 年浙江大学大学生数学建模竞赛钉钉群内的通知。

2024 年浙江大学大学生  
数学建模竞赛钉钉群



2024 年浙江大学大学生  
数学建模竞赛上传专用



## A 题 多无人机协同区域搜索

无人机具有体积小、成本低、安全高效等优势，被广泛应用于搜索、勘探等领域。受限于体积、负载等原因，单架无人机完成复杂任务较为困难。协同区域搜索是指在满足环境和性能等多个约束条件下，为多架无人机规划搜索路径，并协调无人机之间的关系，确保无人机可以有效地执行区域搜索任务。

在地面上某个确定的待搜索区域内分布着  $M$  个目标物，拟用  $N$  架无人机协同完成搜索任务。无人机均在同一高度上飞行，无人机所在位置在地面的投影与某目标物距离不超过  $d$  时视为发现该目标。现请你针对以下两个场景，建立数学模型，给出一般情形下的求解方案。并对每个场景，提供不少于两个实例的求解结果，实例至少应满足  $M > 10$  和  $2 \leq N \leq 6$ 。

1. 目标物的数量  $M$  与位置均为未知。现要求在规定的任务时间  $T$  内，发现目标物的数量尽可能多。
2. 目标物的位置和权重均为已知。现要求在规定的任务时间  $T$  内，发现目标物的权重之和尽可能大。

## B 题 招投标机制设计与优化决策

为了提高经济效益, 保证项目质量, 大型工程建设项目必须依照法律规定进行招标。提出招标项目的招标人编制招标文件, 参加投标的投标人按招标文件的要求编制投标文件, 招标人组织委员会进行评标。为了规范招标投标行为, 防止恶意竞标和串通投标, 招标人需设计相应的评标机制。

下面给出了简化后的某项目评标时某项得分的计算方式。(原文参见 <https://jyxt.zwb.ningbo.gov.cn:4011/prod-api/profile/upload/2024/03/18/332302cf-f908-4e0a-b0a3-74e0e423dd4f/1710743320565.pdf>)

投标人的报价称为投标评审价, 所有投标人的投标评审价必须在 4649516 元至 4907459 元范围内。在此基础上, 结合所有投标人的投标评审价计算本次招标的评标基准价, 计算公式如下:

评标基准价 = 各投标评审价的算术平均值  $\times$  权重 B1 + 次低投标评审价  $\times$  权重 B2 + 招标人意向投标评审价 A  $\times$  (1 - 权重 B1 - 权重 B2)

其中三元组(A, B1, B2)有 11 种可能取值 (见下表), 通过抽签方式以完全随机的方式确定其中一组取值计算本次投标的评标基准价。

	A	B1	B2
1	4642976	15%	15%
2	4668770.3	16%	16%
3	4694564.6	17%	17%
4	4720358.9	18%	18%
5	4746153.2	19%	19%
6	4771947.5	20%	20%
7	4797741.8	21%	21%
8	4823536.1	22%	22%
9	4849330.4	23%	23%
10	4875124.7	24%	24%
11	4900919	25%	25%

根据每个投标人投标评审价与投标基准价的差距, 对该投标人进行扣分。扣分值与投标评审价与投标基准价的差距成正比, 投标评审价大于投标基准价时的比例系数是投标评审价小于投标基准价时的两倍。

根据以上评标规则, 试通过建立数学模型, 解决以下问题。

1. 若已知投标人的数量  $N$ ,  $2 \leq N \leq 10$ , 但除己方外其他投标人的投标评审价均为未知, 应采取什么样的策略可使己方在所有投标人中扣分最低的可能性最大。
2. 若根据历史经验, 可猜测出部分投标人的投标评审价的大致范围, 如何优化己方的决策。
3. 如果了解到某个或某几个投标人正在尝试通过数学建模的方法优化决策, 在报价中应采取何种策略。
4. 上述评标机制在哪些方面、多大程度上能有效遏制投标人的违法串标行为, 是否能提出更好的方案。