

# 2025年美国大学生建模竞赛培训

李学文

北京理工大学数学学院

Mathematics Resources and C × + comap.com Home About Contact Member Login Consortium for Mathematics and Its Applications MCM/ICM Mathematical Contest in Modeling & Interdisciplinary Contest in Modeling HiMCM/MidMCM High School & Middle School Mathematical Contests in Modeling IM3C International Mathematical Modeling Challenge Contest Opportunities for Middle School/Level, High School, and College Undergraduate Students Next Up: The Mathematical Contest in Modeling (MCM) and The Interdisciplinary Contest in Modeling (ICM). February 16 – February 20, 2023 Learn More Scholarship Award is awarded to the four (4) top MCM/ICM teams from any of the participating countries/regions. The team members split \$9000 and \$1000 goes to their school. Awards will be announced on or before April 30th each year. COMAP partners with five other professional organizations to provide additional awards to MCM/ICM teams. Learn More and Register https://www.comap.com/contests/mcm-icm Math & Mod The MCM and ICM Contests are Sponsored by MAA MATHEMATICAL ASSOCIATION OF AMERICA informs siam Society for Industrial and Applied Mathematics ASA AMERICAN STATISTICAL ASSOCIATION Promoting the Practice and Profession of Statistics AMS AMERICAN MATHEMATICAL SOCIETY Advancing research. Creating connections.

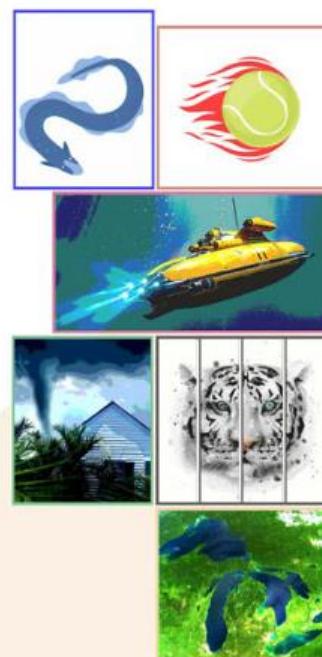
[Contests](#)[Resources](#)[Bookstore](#)[Memberships](#)[Blog](#) Search

Consortium for Mathematics and its Applications

[MCM/ICM Home](#)[Contest Instructions](#)[Register for Contest](#)[Problems and Results](#)[Download Certificates](#)[Articles, Resources & Links](#)[Frequently Asked Questions](#)[Advisor Login](#)[Forgotten Password](#)[Contact Us](#)

**The Mathematical Contest in Modeling (MCM)<sup>®</sup>**  
**The Interdisciplinary Contest in Modeling (ICM)<sup>®</sup>**  
January 23-27, 2025

**2025 MCM/ICM registration is now open.**



**COMAP's 2025  
MCM<sup>®</sup>/ICM<sup>®</sup>  
CONTEST**  
January 23-27

Is your team registered yet?  
The registration deadline is  
January 23, 2025 at 3:00 pm ET

**Register today:**  
[www.mcmcontest.org](http://www.mcmcontest.org)

COMAP'S Mathematical Contest in Modeling (MCM<sup>®</sup>)/Interdisciplinary Contest in Modeling (ICM<sup>®</sup>) is an international math modeling contest for undergraduate students. It is designed to provide students with an opportunity to work as a team to engage in and improve their modeling, problem solving, and writing skills.

 Questions? Email: [mcm@comap.org](mailto:mcm@comap.org)



Contest Sponsors:

美国大学生数学建模竞赛，其实是两个竞赛，**MCM**即**Mathematical Contest in Modeling**，直译为数学建模竞赛，和**ICM**即**The Interdisciplinary Contest in Modeling**，直译为交叉学科建模竞赛。两者均由**COMAP**主办，共用同一套报名系统，竞赛时间完全一致，同时发题，同时收卷，交卷地址和邮箱相同，同时公布成绩，证书相似，但是二者也有些差异。

**MCM**是1985年开赛，而**ICM**是1999年才开始第一届。

两者题目的风格也有些差异，一般MCM竞赛题目较具体，表述简洁，要求明确，ICM竞赛题目更开放，问题更“大”，更宏观，篇幅较长，往往是全球范围内共同关心的问题，因此一般不依赖特定的文化背景或生活习惯。而MCM的题目中则有一部分是以美国生活为背景，其他国家特别是中国参赛者不熟悉。

两者均由COMAP主办，但是COMAP只负责宣传、报名、出版等公共事务，Executive Director是相同的，均为COMAP总裁Solomon A. Garfunkel先生，而命题、评审等工作均由各自的组委会负责，各自独立进行，因此两者在题目风格、评审尺度、取奖比例等方面均有差别。

# 美国数学建模竞赛组织机构

- COMAP
- 秘书长 (Execute Director) Solomon Garfunkel
- MCM Director Fusaro—Giordano—W.P.Fox
- ICM Director Cris Arney
- 一批合作单位和资助单位: SIAM、美国运筹学会等
- 出版物 UMAP Modules, Journal

# 其他出版物

- Modeling Resource CD-ROM
- Mathematics: Modeling Our Word
- Mathematical Modeling Hand Book
- Discrete Math. Through Applications
- Modeling with Mathematics A Bridge to Algebra
- Mathematical Model with Applications
- 数学的原理与实践

# 数学建模竞赛出现的背景

- 战后应用数学的大发展（需求、人才、电子计算机）建模是数学应用的第一步、贯穿始终
- **数学建模重要性的突现：**复杂现象和多种因素的相互作用和耦合、新现象机理不明确性和不确定性、丰富的数据积累
- 数学建模课程的出现和普及
- 已有的数学竞赛不能满足要求

# 美国大学生建模竞赛的发展历程

- Putnam竞赛的缺陷
- Fusaro1985年发起数学建模竞赛(MCM)90队
- 1995年竞赛10周年总结
- 1999年开始ICM（跨学科数学建模竞赛）
- 2011年开始数学建模媒体竞赛
- 国际化的努力：英国、加拿大、爱尔兰、巴勒斯坦、印度、印尼、芬兰、新加坡、南非、西班牙、马来西亚、土耳其、伊朗、墨西哥、中国（外国91%，97%）

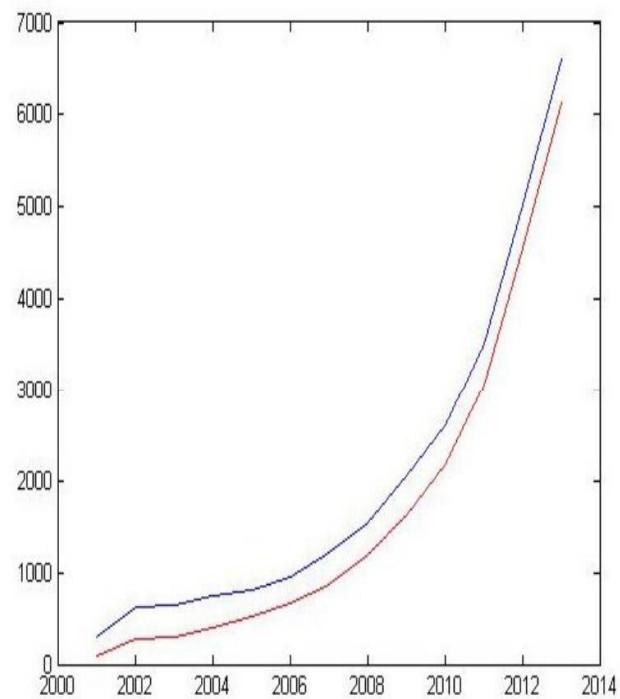
Fusaro1985年发起数学建模竞赛  
(MCM)90队



# 中国学生参加美国竞赛的历程

- 1989年中国大学生首次参加 (4/211)
- 1996年中国大学生首次获Outstanding奖
- 2006年中国参赛队过半  $466/748$ ,  $194/224$
- 2010年中国参赛队  $2186/2610$ , 84%
- 2011年中国参赛队  $3060/3509$ , 87%
- 2012年5026队中国超91%
- 2013年 中国6138(6593),超 93%
- 2014年中国,MCM近94%, ICM98%共7783
- 大连海事、浙大等获媒体赛Outstanding

2015-11-29



参赛队总数和我国参赛队

2015-11-29

# 中美合作

- 2010 Garfunkel 访华，讨论合作，初定意向
- 2011 我国首次派员（谭永基）参加ICM终评
- 2012 签订合作协议
- 2013 我国专家参加MCM初评和终评（谭永基、谢金星）
- 2014 我国专家全面参加MCM、ICM初评和终评（谭永基、鲁习文、毛紫阳）
- 我国学生获奖比例显著提高

## 评阅，结果发表

- 3月前完成初评、复评
- 3月中下旬终评
- 4月COMAP网站发布结果
- UMAP刊登结果、ABC题Outstanding论文各一篇、评阅者点评
- 出版光盘包含所有Outstanding论文

# 评奖等级

- **非成功参赛**: 未提出有价值的解决问题的方案或违反规则
- **成功参赛**: 解决或部分解决问题, 提交结构合理的论文 ( $>60\%$ )
- 二等奖 (Honorable Mention) ( $>20\%$ )
- 一等奖 (Meritorious) ( $\approx 7\%$ )
- 特等奖提名 (Finalist) ( $2\%$ )
- 特等奖(Outstanding) ( $<1\%$ ) 最好的模型,  
写作最清晰

此外还有INFORMS奖、SIAM奖、MAA奖及Ben Fusaro奖，奖励极少数最优秀的论文。

2020年共有来自20多个国家和地区的20950支队伍参赛

1. 特等奖（Outstanding Winner）37项，占比0.17%
2. 特等奖提名奖（Finalist）414项，占比1.98%
3. 一等奖（Meritorious Winner）1404项，占比6.70%
4. 二等奖（Honorable Mention）5087项，占比24.3%

合计获奖队数6942队，获奖比例33.14%。

MCM: 连续、离散、数据分析；

ICM: 运筹学/网络科学、环境科学、政策研究

**Each team may choose any one of the six problem choices and should submit a solution to only one problem.**

**任选一题**

### **MCM Problem A (continuous)**

(连续型): 建立变量之间的连续函数关系模型

### **MCM Problem B (discrete)**

(离散型): 变量之间无法建立连续的函数关系

### **MCM Problem C (data insights)**

(数据分析): 分析数据，建立相应模型

### **ICM Problem D (operations research/network science)**

(运筹学/网络科学): 优化、图论

### **ICM Problem E (environmental science)**

(环境科学)

### **ICM Problem F (policy)** 注意：上述问题类型划分并非绝对。

(政策研究)

这不是按照同一标准对题目进行划分，之间有重叠。

**continuous**和**discrete**是指模型的类型，**data insights**是指问题数据的特征，**operations research/network science**和**environmental science**是指问题涉及到的学科，而**environmental science**和**policy**又是指问题本身的背景。

**continuous**和**discrete**是互补的，那么题目可以分别归入其中一类。

通常来说，MCM的C题与数据有关，与MCM/ICM其他题目相比，数据量算是大的（实际上以往MCM/ICM的题目很少给数据），这就要求选这一题的参赛队要熟悉数据处理的基本方法，包括预处理、后处理等，并掌握相应的编程技能或是相关软件的使用方法。模型、方法方面，可能主要集中在统计、模式识别等方向。

D题如果是网络科学的问题的话，所用到模型、算法、软件比较集中，有章可循。近几年网络科学是一个热门研究领域，算法、软件包括可视化的软件都很多，如果对这一领域的相关知识和软件都比较熟悉，选题时可以重点关注D题。

E题环境科学，大体上会集中在环境污染、资源短缺、可持续发展、生态保护等几个方面。对问题的背景有一定的提示作用，但是范围仍然很广，模型、方法没有明显的特征。

## MCM/ICM 题目的不同之处

MCM与ICM有何不同？主要区别，三方面：

➤ ICM问题更具有广泛性

环境、能源、生态、社会、政策、网络等都是ICM的主要问题，每个问题是大问题，与几个领域相关，要求参赛者有多方面的知识、能力和智慧。

➤ ICM问题更具有开放性

MCM问题通常是简洁、清楚的问题，而ICM的问题提供了更丰富的背景和更多的参考资料，给你更多自由创新空间，ICM更接近实际的科学研究。

- ICM问题通常是全球关注的问题，不依赖于文化背景

这就更有利于中国学生。因为某些MCM问题有时偏重文化与传统的背景，如MCM 2006B，机场轮椅问题，MCM2009A，交通灯设计，Stop sign(路口暂时停的标记牌)，yield sign(并道时必需看来自车方向)在中国没有此类警示牌，MCM2013A，Ultimate Brownie Pan等，很多中国学生无此概念。

参赛的学生根据自己的特长，选择不同类型的题目。

命题开放、自由，没有标准模型和标准答案

每次建模比赛都是学习新知识的过程

每个队都是新的领域新的问题，看谁学得快

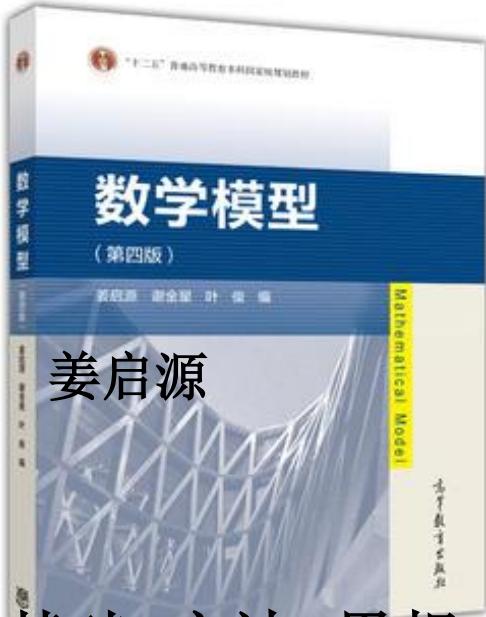
尽量贴近现实的基础上，大胆创新

# 赛前准备

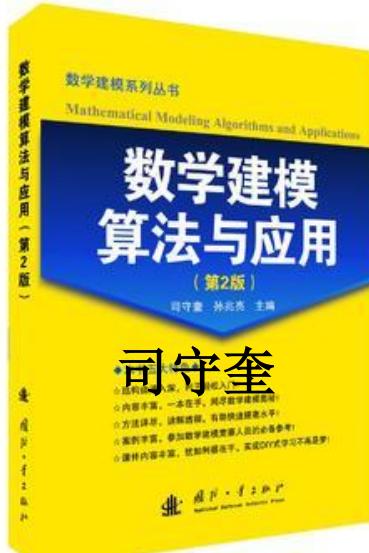
- 了解注意事项
- **数学知识储备**: 高等数学（微积分、线性代数、概率统计）
- **组队** 紧密合作、优势互补—不是最强的三人组成团队而是三人组成最强的团队，有分歧协商解决，一起切磋以往赛题

# 基础知识培训阶段

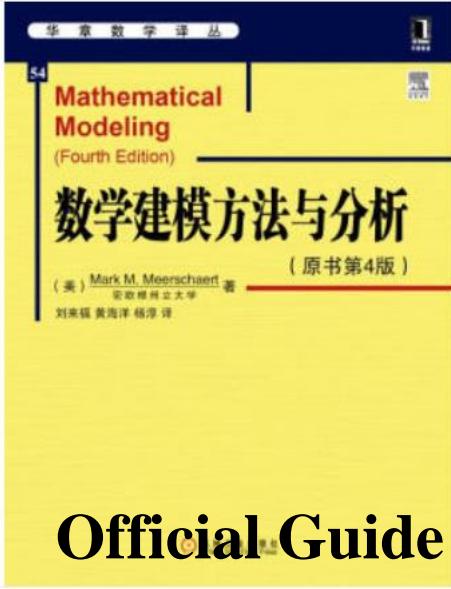
- 了解常用模型，通读至少一本《数学模型》教程，对建模过程不纠结理论证明，对模型用软件计算。
- 通过对过去赛题回顾，了解最常用方法，连续题—微分方程、近似计算、优化方法
- 计算机 MATLAB, Mathematica, SPSS, 至少熟练掌握一种，对每个常用算法都至少编过一个程序。
- 写作 学习如何在论文中表达数学，含义清晰的解释而非公式与符号的堆砌



基础+方法+思想

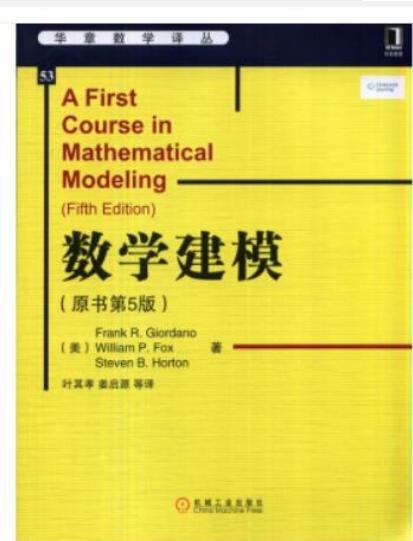


指导操作的教程



Official Guide

贯穿全书的五步分析法和灵敏度  
分析、鲁棒性分析



# 常用的数学建模方法

- 层次分析法
- 决策论
- 灰色预测模型
- 图论模型
- 种群竞争模型
- 排队论模型
- 线性规划模型
- 非线性规划模型
- 主成分分析法
- 聚类分析
- 多元回归分析
- .....

# 数学建模中常用算法

- 1、**蒙特卡罗算法**（该算法又称**随机性模拟算法**，是通过**计算机仿真**来解决问题的算法，同时可以通过**模拟**可以来检验自己模型的正确性，是比赛时常用的方法）
- 2、**数据拟合\参数估计\插值等数据处理算法**（比赛中通常会遇到大量的数据需要处理，而处理数据的关键就在于这些算法，通常使用**Matlab**作为工具）
- 3、**线性规划\整数规划\多元规划\二次规划等规划类问题**（建模竞赛很多问题属于最优化问题，很多时候这些问题可以用数学规划算法来描述，通常使用**Lindo、Lingo**软件实现）

- **4、图论算法**（这类算法可以分为很多种，包括最短路、网络流、二分图等算法，涉及到图论的问题可以用这些方法解决，需要认真准备）
- **5、动态规划\回溯搜索\分治算法\分支定界等计算机算法**（这些算法是算法设计中比较常用的方法，很多场合可以用到竞赛中）
- **6、最优化理论的三大非经典算法：**模拟退火法、神经网络、遗传算法（这些问题是用来解决一些较困难的最优化问题的算法，对于有些问题非常有帮助，但是算法的实现比较困难，需慎重使用）
- **7、网格算法和穷举法**（网格算法和穷举法都是暴力搜索最优点的算法，在很多竞赛题中有应用，当重点讨论模型本身而轻视算法的时候，可以使用这种暴力方案，最好使用一些高级语言作为编程工具）

- **8、一些连续离散化方法**（很多问题都是实际来的，数据可以是连续的，而计算机只认的是离散的数据，因此将其离散化后进行差分代替微分、求和代替积分等思想是非常重要的）
- **9、数值分析算法**（如果在比赛中采用高级语言进行编程的话，那一些数值分析中常用的算法比如方程组求解、矩阵运算、函数积分等算法就需要额外编写库函数进行调用）
- **10、图象处理算法**（赛题中有一类问题与图形有关，即使与图形无关，论文中也应该要不乏图片的，这些图形如何展示以及如何处理就是需要解决的问题，通常使用Matlab进行处理）

# 案例分析阶段

- 专题报告
- 阅读、组内报告优秀论文
- 选择试做适当赛题

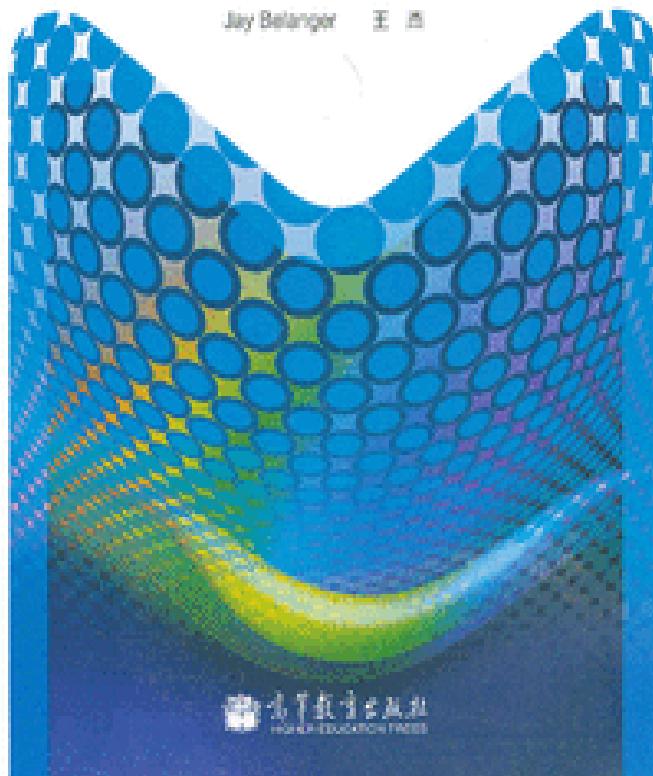
为了准备竞赛，在竞赛开始前的几个月，参赛小组应该每周定期集训，从往届的赛题中选择题目进行实战演习，练习如何搜集资料、如何建立数学模型解答赛题及如何写好论文，然后阅读相应获奖论文提高写作能力。

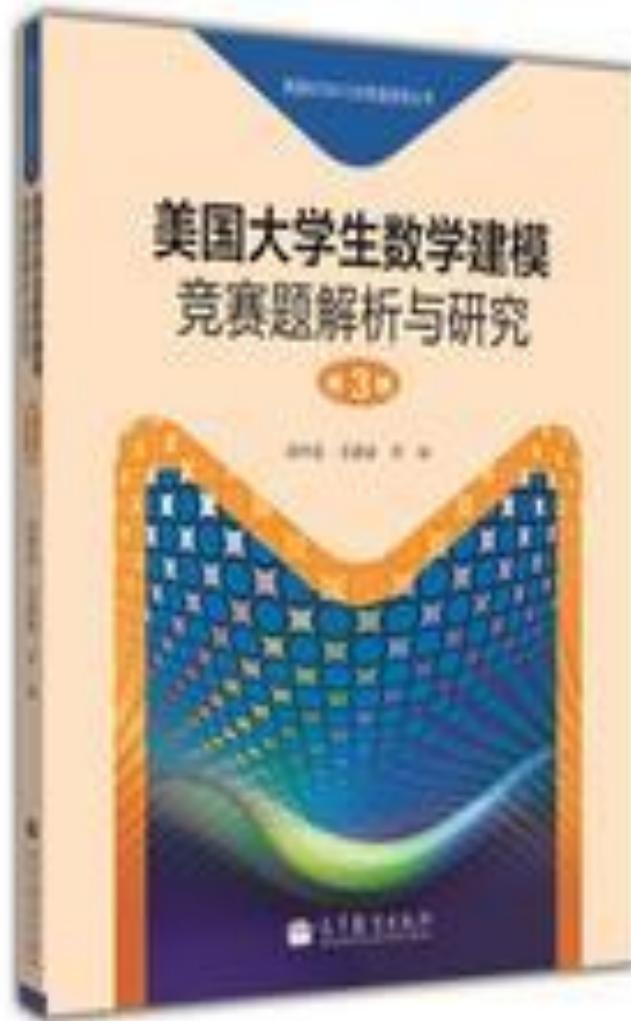
美国MCM/ICM竞赛指导丛书

Write Right for the American Mathematical Contest in Modeling

# 正确写作美国大学生数学建模 竞赛论文

Jay Belanger 王西





# 2020

A题：全球海洋温度影响某些海洋生物的栖息地变化，要求建立数学模型预测某种鱼类未来50年内最可能的位置，以及捕捞企业相应的经营对策。

B题：沙滩上构筑沙堡，什么几何形状更能抵抗波浪侵袭？最佳的水沙比例？其它策略？

C题：根据在线购物网站的客户评分、评级、评论，来设计上架产品的营销策略。

D题：用数学模型研究团体合作类的运动项目中双人、多人合作模式，帮助团队规划更好的比赛策略。

E题：一次性塑料制品对环境伤害很大，但应用广泛，而且相关企业、从业人员众多。如何设计一个合理的策略，逐步减少这种制品的生产和使用，同时保护经济和就业？

F题：海平面上升，会影响多少人口？要移民安置这些人口，如何向各国分配移民人口，相应的政策保障、对经济社会的影响？

## 2021年A题真菌碳循环

植物碳循环很多要靠真菌分解，有人发现了决定分解速率的真菌性状。考虑真菌的生长速度和真菌耐湿性，模拟一片土地上木质纤维的分解。建模描述多种真菌共存对植物纤维的分解；不同类型真菌之间的相互作用；评价不同组合的相对优势和劣势，及其在干湿、温度等不同环境下的情况；真菌群落的多样性如何影响分解效率。

## 2021年B题无人机中继

搭载中继器的无人机可以扩展低功率无线电的通信范围，用于森林消防。假设无人机系统的成本保持不变，预计配备这套系统要花费多少？在指定地形下，不同火势下如何部署无人机才能更好地适应不同地形？

## 2021年C题

一些地方报告发现了野黄蜂巢或野黄蜂活动，要求除灭，有真有假。如何根据数据分辨这些报告？如何对这些报告排出优先级？根据所给数据，请建模预测这种害虫随着时间传播方式，并说明模型如何根据新报告进行更新、更新的频率；如何确认害虫已经在本地被清除？

## 2021年D题

音乐有潮流趋势，一个或多个人有了创新，带动其他人跟随。给定过去**90**年中**5854**位艺术家作品的**16**个变量，包括音乐特性，如舞蹈性、节奏、响度和键，据此分析音乐家的影响力，音乐相似性的衡量标准，流派之间和流派内部的相似性和影响，如何界定音乐进化中的重大飞跃的特征，分析一个流派中随时间的变化趋势。

## 2021年E题

全球粮食足以养活每一个人，但供销链条使得8亿人仍在挨饿，而且粮食生产也会导致温室气体排放、森林砍伐等问题。从可持续性和公平性的角度，如何重新规划粮食生产供应体系？这样的制度需要多长时间才能实施？有什么好处和代价？发达国家和发展中国家各有什么收益和成本？模型应用到至少一个发达国家和一个发展中国家。

## 2021年F题

开发一个模型来衡量和评估国家高等教育体系的健康状况，如何才能将一个国家从目前状态迁移到你认为的健康和可持续状态。将你的模型应用到几个国家，为所选国家提出一个可实现和合理的愿景；提出调整的政策和实施时间表及其带来的影响。

# 2022年

**2022年A题：**长距离自行车比赛中，有上坡下坡，如何分配功率才能获得最好成绩？

**2022年B题：**两个连续的水库，要发电也要为周边供水，还要考虑下游的需求。水库如何运营最好？

**2022年C题：**考虑黄金和比特币投资，根据历史数据来制定最佳的买入卖出策略。

**2022年D题：**企业要建立自身大数据分析系统，如何评价现有的大数据系统和人员的能力？如何进一步优化整个体系？

**2022年E题：**种树可以固碳，树木砍伐后可以做家具、造房子，固碳能力并不因砍伐而消失，而树木长大后固碳能力也可能下降。考虑经济价值和固碳价值，如何管理一片林场才能价值最大化？

**2022年F题：**小行星采矿，各个国家有的现在有能力，有的也许将来有能力。从全球公平的角度出发，制定何种采矿规则才能尽可能维护公平性。

# 2023年

**A题：**植物群落中的物种越多，越容易抵抗干旱？最少需要多少个物种才能有这个效果？能抵抗多大程度上的干旱？

**B题：**野生动物保护区不能简单地围起来保护，还要考虑对周边居民生活的影响。如何调整政策让人和动物都受益？

**C题：**拼字游戏的难度、玩的人数与什么有关？如何预测？

**D题：**联合国制定了**17**个可持续发展目标，这些目标之间有怎样的关系？如何评价这些目标的优先级？

**E题：**如何评价一个地区的光污染水平？城市、郊区、农村、保护地等。应该对光污染采取何种干预对策？

**F题：**GDP是经济指标，但是GDP很高很可能有害于可持续性发展。考虑环境和可持续性，如何定义绿色GDP？

**Y题：**很多人喜欢帆船，也有很多人转卖二手帆船。根据已有的二手帆船报价，分析定价跟哪些因素有关，并且建立定价模型，讨论其精确度。

**Z题：**申报奥运会的城市变少了，可否选择固定举办地？各项目分开成季度小运动会？考虑经济、土地使用、满意度、旅行、未来改善机会、主办地声望等，设计可行方案。

# 2024年

## 问题 A 资源的可利用性与性别比例问题

尽管有些动物物种存在通常雄性或雌性之外的性别，但大多数物种基本上是雄性或雌性。尽管许多物种在出生时表现为1:1的性别比例，但其他物种会偏离均匀的性别比例。这被称为适应性性别比例变异。例如，美国短吻鳄的巢中孵化蛋的温度会影响其出生时的性别比例。

七鳃鳗在某些湖泊栖息地，它们被视为对生态系统有重大影响的寄生虫，而七鳃鳗也是世界上某些地区的食物来源。

海洋七鳃鳗的性别比例可以根据外部环境而变化。海洋七鳃鳗在幼虫阶段生长的速度决定了它们的性别。幼虫的生长速度受到食物供应的影响。

我们的关注的重点是性别比例问题及其对当地条件的依赖，特别是对于海洋七鳃鳗而言。海洋七鳃鳗生活在湖泊或海洋栖息地，并迁移到河流上游产卵。

任务是检查一个物种根据资源可用性改变其性别比例的能力的利弊。你的团队应该建立并应用一个模型，以深入了解生态系统中的相互作用。

需要考察的问题包括：

- 1、当七鳃鳗种群能够改变其性别比例时，对更大的生态系统有何影响？
- 2、这对七鳃鳗种群有哪些优势和劣势？
- 3、七鳃鳗性别比例的变化对生态系统的稳定性有何影响？
- 4、具有可变性别比例的七鳃鳗种群能否为生态系统中的其他生物（例如寄生虫）提供优势？

## 问题 B 潜水器定位问题

Maritime Cruises Mini-Submarines (MCMS) 是一家位于希腊的公司，建造能够搭载人类到达海洋最深处的潜水器。潜水器被移动到目的地，并从母船上无绳部署。MCMS 现在希望使用他们的潜水器来带游客探险伊奥尼亚海海底的沉船残骸。他们需要获得监管机构的批准，制定安全程序以防与母船失去联系和可能的机械故障，包括潜水器失去推进力。他们希望你开发一个模型来预测潜水器随时间的位置。与陆地或海面上的典型搜索和救援不同，故障潜水器可能会发现自己位于海底或在水下的某个中性浮力位置。其位置可能受到水流、海中不同密度和/或海底地形的影响。

**任务：**

1、**定位**--开发一个模型来预测潜水器随时间的位置。

○这些预测的不确定性是什么？

○在事故发生之前，潜水器可以定期向母船发送哪些信息以减少这些不确定性？潜水器需要什么样的设备才能做到这一点？

2、**准备**--如果需要，你会建议公司携带哪些额外的搜索设备在母船上？你可以考虑不同类型的设备，但还必须考虑可用性、维护、准备和使用该设备的成本。如果需要，救援船需要携带哪些额外的设备来协助？

3、**搜索**--开发一个模型，该模型将使用来自你的位置模型的信息，为设备推荐初始部署点和搜索模式，以最小化找到丢失的潜水器所需的时间。确定找到潜水器的概率作为时间与累积搜索结果的函数。

4、**推断**--如何扩展你的模型以考虑其他旅游目的地，例如加勒比海？如何修改你的模型以考虑在附近移动的多艘潜水器？

## 问题 C 网球中的“势头”问题

在2023年温布尔登男子决赛中，20岁的西班牙新星卡洛斯·阿尔卡拉斯击败了36岁的诺瓦克·德约科维奇。

这场比赛本身是一场引人注目的较量。德约科维奇似乎注定要轻松获胜，因为他以6比1的比分轻松拿下了第一盘。然而，第二盘局势紧张，阿尔卡拉斯在抢七局中以7比6获胜。第三盘是第一盘的反转，阿尔卡拉斯以6比1轻松获胜。第四盘，这位年轻的西班牙人似乎掌控了比赛，但不知为何，比赛再次改变了方向，德约科维奇控制了局势，以6比3赢得了这一盘。第五盘和最后一盘开始时，德约科维奇从第四盘开始就占据了优势，但再次发生了方向改变，阿尔卡拉斯获得控制权并最终以6比4获胜。**比赛数据包含在所提供的数据集“2023-wimbledon-1701”中。**球员似乎占据优势时发生的令人难以置信的起伏，有时甚至包括多个点数或比赛，这通常归因于“势头”。

字典对势头的定义是“通过运动或一系列事件获得的力量或力”。在体育比赛中，一个团队或球员可能会感觉到他们有势头，或者在一场比赛中的“力量/力”，但这种现象很难测量。此外，也不清楚比赛中的各种事件是如何创造或改变势头的（如果存在的话）。

**任务：**使用所提供的数据：

- 1、开发一个能够捕捉比赛进程中点数出现的模型，并将其应用于一场或多场比赛。你的模型应该能够确定在比赛的特定时间哪位球员表现更好，以及他们的表现有多好。根据你的模型提供可视化效果以描述比赛进程。
- 2、一位网球教练怀疑“势头”在比赛中不起任何作用。相反，他认为比赛中的起伏和一名球员的成功是随机的。使用您的模型/指标来评估这一说法。
- 3、教练们想知道是否有指标可以帮助确定比赛的走势何时从有利于一名球员转变为有利于另一名球员。

利用至少一场比赛提供的数据，开发一个预测比赛走势的模型。哪些因素可能最相关（如果有的话）？

考虑到过去比赛“势头”波动差异，您如何建议一名球员在与不同球员进行新比赛时采取行动？
- 4、将你开发的模型应用到一场或多场比赛中进行测试。你的预测结果有多准确？如果模型有时表现不佳，你能否找出需要纳入未来模型的因素？你的模型对于其他比赛（如女子比赛）、球场情况以及其他运动（如乒乓球）的适用性如何？

## 问题 D 五大湖的水问题

美国和加拿大的五大湖是全球最大的淡水湖群。这五大湖及连接的水道构成了一个庞大的流域，包含了这两个国家内众多大型城市地区，以及不同的气候和局部天气条件。

五大湖的水被用于多种目的（捕鱼、休闲、发电、饮水、航运、动物和鱼类栖息地、建筑、灌溉等）。因此，众多利益相关者对流入和流出湖泊的水的管理都有兴趣。主要的问题是如何调节水位，使所有利益相关者都能受益。

每个湖泊的水位取决于进入和离开湖泊的水量。在五大湖系统中，有两个主要的控制机制：在圣玛丽堡的苏伊士锁闸（三座水电站、五个航运锁闸和位于急流河段之首的一座闸门坝）和科尔沃的摩西-桑德斯大坝（如附录中所示）。

虽然两个控制大坝、众多渠道和水渠以及排水盆地水库由人类控制，但降雨量、蒸发量、侵蚀、冰塞和其他水流现象都超出了人类的控制范围。尽管五大湖似乎具有常规的年度模式，但水位偏离正常值两到三英尺会对一些利益相关者产生巨大影响。

这个动态网络流量问题异常棘手，解决起来极具挑战性，因为存在相互依存关系、复杂的要求和固有的不确定性。对于湖泊问题，我们面临着不断变化的动态和利益相关者的利益冲突。

要求：

国际联合委员会（IJC）请求贵公司提供支持，协助管理和建立控制机制的模型，这些控制机制直接影响五大湖流动网络的水位。您的ICM主管已指示您的团队牵头开发模型和管理计划以实施该模型。有几个因素可能有助于实现这一目标。你的主管还提到了一些其他可选的考虑因素或问题：

- 1、确定五大湖在一年中任何时间的最优水位，同时考虑到各利益相关者的需求。
- 2、建立算法，根据五大湖的流入和流出数据，维持五大湖的最佳水位。
- 3、了解你的控制算法对两个控制大坝的流出敏感度。根据2017年的数据，你的新控制措施是否会导致该年度各利益相关者满意或优于实际记录的水位？
- 4、你的算法对环境条件的变化（例如，降雨、冬季积雪、冰塞）有多敏感？
- 5、请仅集中分析影响安大略湖的利益相关者和因素，因为最近对安大略湖的水位管理问题更加关注。

国际联合委员会还对用于为模型提供信息和确定参数的历史数据感兴趣，因为他们很好奇如何将你的方法与先前的模型进行比较。请向国际联合委员会领导层提供一份一页的备忘录，说明你模型的关键特征，以说服他们选择你的模型。

## 问题 E 财产保险的可持续问题

极端天气事件已成为业主和保险公司的危机。近年来，世界经历了1000多次极端天气事件，造成的损失超过1万亿美元。与30年来的平均水平相比，2022年保险业因自然灾害造成的索赔增加了115%。随着洪水、飓风、旋风、干旱和野火等恶劣天气事件的损失可能增加，保费正在迅速上涨，到2040年，预计保费将增加30–60%。随着保险公司改变其承保方式和地点，财产保险不仅变得越来越昂贵，而且也越来越难以找到。

### 任务：

COMAP的灾难模型保险专家（ICM）对财产保险行业的可持续性感兴趣。随着气候变化增加了更严重天气和自然灾害的可能性，ICM希望确定如何最好地调整当前的财产保险策略，以便在确保保险公司长期健康的同时，使系统具有承受未来索赔成本的能力。如果保险公司不愿意承保太多情况，会导致客户太少，它们将无法经营。相反，如果它们承保风险太大的政策，它们可能会支付太多的索赔。那么，保险公司应该在什么条件下承保政策？它们应该在什么时候选择冒险？财产所有者有什么办法可以影响这个决定吗？

为保险公司开发一个模型，以确定是否应该在极端天气事件越来越多的地区承保政策。使用不同大陆上经历极端天气事件的两个地区来展示你的模型。

在展望未来时，社区和房地产开发商需要问自己如何建设和在哪里发展。随着保险环境的变化，必须做出未来的房地产决策，以确保房地产更具弹性，并经过精心设计，包括为不断发展的社区和人口提供适当服务的可行性。如何调整你的保险模型以评估在特定地点进行建设的方式、方法以及是否合适？

在某些社区，你的保险模型可能建议保险公司不要承保当前或未来的财产保险政策。这可能导致社区领导者在具有文化或社区意义的房地产方面面临艰难的决策。例如，北卡罗来纳州外滩的哈特拉斯角灯塔为了保护这座历史悠久的灯塔以及围绕它的当地旅游业而迁移。作为一个公司领导者，你如何在一个社区中确定由于其文化、历史、经济或社区意义而应该保留和保护的建筑？为社区领导人制定一个保护模型，以确定他们应该采取哪些措施来保护社区内的建筑物。

选择一个位于经历极端天气事件的地方的历史地标，而不是哈特拉斯角灯塔。应用你的保险模型来评估这个地标的价值。编写一页给社区的信，建议一份关于他们珍贵地标的未来计划、时间表和成本提案的计划，同时考虑到你从保险模型的结果中获得的洞察力。

## 问题 F 减少野生动物的非法交易问题

非法野生动物贸易对我们的环境造成了负面影响，威胁到全球生物多样性。据估计，每年涉及的金额高达265亿美元，被认为是全球第四大非法贸易。你需要制定一个基于数据的五年项目，旨在显著减少非法野生动物贸易。你的目标是说服客户执行你的项目。想要做到这一点，你必须为该客户选择一个合适的项目。

### 任务：

- 1、你的客户是谁？客户可以做出哪些实际的事情？（换句话说，你的客户应该拥有执行你所提议的项目所需的权力、资源和兴趣。）
- 2、解释为什么你开发的项目适合这个客户。有什么来自自己发表文献和你自己分析的研究支持你所提议的选择？通过数据驱动的分析，你将如何说服你的客户，让他们相信这是一个他们应该承担的项目？
- 3、你的客户需要哪些额外的权力和资源来执行该项目？（请记住使用假设，但也要尽可能将你的工作与现实相结合。）
- 4、如果项目得以实施，将会发生什么？换句话说，对非法野生动物贸易的可衡量影响是什么？你做了哪些分析来确定这一点？
- 5、项目实现预期目标的可能性有多大？此外，根据情境敏感性分析，是否存在可能极大地促进或损害项目实现目标能力的条件或事件？

虽然你可以限制你的方法只针对非法野生动物贸易，但你也可以将非法野生动物贸易视为更复杂系统的一部分。具体来说，你可以考虑其他领域的全球努力如何与遏制非法野生动物贸易的努力相结合，形成一个复杂的系统。这可能会为该领域中意想不到的参与者创造协同机会。如果你选择在解决方案中利用复杂性框架，请务必通过讨论这种建模决定的优点和缺点来证明你的选择是合理的。

此外，你的团队必须提交一份1页的关键点备忘录，突出你的**5年项目提案**以及为什么该项目适合作为客户（例如，获得资源、属于其任务范围、与他们的任务声明一致等）。

评委将特别关注在**选择客户**以及在整个分析过程中使用的适当建模过程的选定和理由方面的创造力。他们还将寻找阐述以便在（1）在客户和拟议项目之间建立强有力的联系，以及（2）在数据分析与拟议项目的设计之间建立清晰、直接的联系。

# 对题目的几点印象

- 有较大实际意义的新问题和热点问题：反恐、防灾、生态环境、卫生健康、交通、资源等等
- 问题的开放性较大，学生发挥余地较大

# Fusaro建议的原则

- 从现实问题中抽象数模，分析求解全过程
- 未解决的实际问题
- 有较多时间撰写论文提交表达规范的论文
- 从外部获取信息的能力作为评比标准之一
- 表达的清晰性作为评奖重要依据
- 优秀的论文在科研期刊发表

# 论文评审

在论文评审中组委会**不设标准答案**，评委关心的是参赛小组的解题思路和建模过程，以及是否给出了清晰的描述。

评委将根据评审标准对论文划分等级，评审标准主要有：

- 是否给出了**符合要求的摘要**；
- 是否给出了令人满意的**赛题解读**，还有对赛题中的**模糊概念**是否给予了**必要的澄清**；
- 是否明确给出了建模需要用到的**假设条件**，对其**合理性**是否给出了满意的解释和论证；
- 是否设计出了能**有效解答赛题的合理数学模型**并给出了**清晰的结论**；
- 是否对模型进行了**稳定性测试**，讨论了模型的优缺点等。

论文的评审分为多个阶段，通过的评审的阶段数越多，论文评定的级别越高。

第一个阶段为鉴别阶段，每篇论文都有两名评委独立评审，主要以摘要信息以及论文整体结构为评判依据，每个评委以“通过”、“不通过”计分，当两位评委意见不一致时可以协商达成一致意见，如果仍不能达成一致意见，则请第三位评委评阅。

关于如何通过这一轮评审，评委给出的建议是：

1 ) 摘要至关重要，必须清晰且信息量充分。

评委关心的是你对问题的理解是否准确，你建立的模型及使用的方法是否恰当，以及根据你所建模型得到的主要结果和主要结论是否合理。过于冗长的技术性描述将阻碍评委对你的结果的关注。

2 ) 你的论文应当有良好的组织架构，以使得评委能够在短时间内了解你的论文是否包含了评委所关心的关键信息。一份清晰的论文目录有助于实现这一点。

通过第一阶段的评审将有略少于二分之一的参赛论文进入第二阶段的评审，第二阶段为评奖阶段。

每篇论文由若干评委评阅，以 5 分或 10 分制计分，然后将所有论文按总分由高到低排序，按既定比例依顺序确定一、二等奖。

为了在短时间内给评委留下深刻的印象，论文的写作必须结构严谨、条理清晰、简单易读，有合理性及可靠性检验，同时将主要结果以最明显的方式表达出来。

第三阶段为最终评审轮。每道题目在第二阶段中排名最高的二、三十篇论文将进入此阶段评审，大约有 6 ~ 8 位评委，最终获得特等奖的论文必须经过所有评委的评审。

在最终评审阶段，评委会仔细考量论文的模型、方法与结果，特级论文应该具有下述特点：

- 有一个信息量充分的摘要；
- 有对问题本质的洞察能力，文章思路清晰且有很好的一致性；
- 一个完整而且高质量的模型，包括假设、建模过程；
- 关于模型有说服力的检验以及精到的优缺点分析；
- 由模型得到的关于问题的有实际意义的结论；
- 最好还有某个方面的突出亮点。

经过竞赛主席和副主席一致同意后，最终确定所有特级论文。

# 参赛注意事项

- **层次分明地表达:** 假设及依据、清晰的模型、敏感性分析和明确的结论
- **参赛关键:** 与队友的合作
- 详尽分析的简单模型优于分析不详尽的复杂模型

# 理解题意

- 选择感兴趣的、激发挑战欲望的题目
- 自己从题目中理解题意
- 关键词的数学含义与数学表达
- 搞清楚：建模对象、通过建模希望揭示什么、如何得到结论、如何鉴别结论的优劣

# 文献检索

- 尽可能获取信息：网络、UMAP 期刊等（不充分过不了第一轮、无文献不合格）
- 查题目中的关键词
- 查别人已有工作：寻求文献中现成模型或完全从头开始建模均不可取
- 在别人工作的基础上加上自己创造性的建模
- 论文中应包括文献综述，已有工作及不足之处
- 了解问题从属的大类，即该类问题的典型方法（有用的不必是高级的）

# 建立模型

- 从简单模型开始: 自建或文献, 作为以后系列模型的参照
- 可在多种假设下建模, 假设需细致讨论, 特别是合理性
- 比建立一个复杂模型更重要的是你将用此模型做什么
- 清晰表明你对要解决的问题和所用数学方法的理解

# 建立模型

- 打动评委的不仅是模型本身还包括你们对模型如何发挥作用和模型局限性的理解
- 没有经过讨论的漂亮模型不及不那么漂亮但有较深入分析的模型

# 寻求结论

- 目标不是建立一个模型和求解此模型而是通过建模解决实际问题
- 应用所建的模型揭示问题的内在特性，最终得出结论（可多个）
- 基于所建模型得出所研究问题的结论
- 有的队建好模型就完事
- 有的队模型归模型，讨论归讨论，互不相干

# 稳定性与敏感性分析

- 测试考察各参数对结果的影响
- 仿真验证需注意数据产生方式
- 经常忽略的重要环节
- 是否脱颖而出的关键

# 论文写作

- 论文是评委了解参赛成果惟一途径，论文表达与建立模型同样重要
- 较逊色的模型但表达上乘的论文强于较优秀的模型但表达糟糕的论文
- 要尽早开始论文构思
- 论文要便于快速浏览与阅读：要有章节目录，提供概貌，关键点突出，图文并茂

# 论文包括

- 用自己语言表述的问题陈述
- 清晰表达的问题假设
- 建立模型的理由
- 模型和求解
- 明确的结论
- 模型的优缺点
- 进一步研究的建议
- 完整的参考文献目录
- 附录中给出编写的计算机源程序

# 论文写作

- 特别注意：假设的理由，假设如何影响结果，模型的优缺点。
- 文献引用要规范
- 摘要要重视：描述问题及假设，回答题目 的问题（模型及求解得到的结论），陈述 你们工作的精彩之处
- 象撰写科研论文一样撰写建模论文。

# 对参加美国竞赛的几点建议

- 写好摘要:画龙点睛,点明创新
- 提供章节目录,节首有概述
- 假设, 模型, 算法, 结果, 结论保持一致
- 模型算法不能只简单用公式表示, 要用文字讲清来龙去脉
- 要进行验证, 敏感性分析, 优缺点讨论
- 用图, 表, 框图等各种有效手段, 帮助文章清晰化
- 文献引用要规范

# 参赛队伍建模经验谈

## 经验1：

- (1) 美赛获奖覆盖率相当之大，只要你不违规，及时上交论文，三等奖（成功参赛奖）就能到手，只要你摘要清晰明了，思路创新有依据，就能拿二等奖，其实拿一等奖最大的困扰就是英语，要拿一等奖必须要把基本的模型算法讲明白，英语正确、通顺，尽量多的而有效率的叙述说明；
- (2) 美赛查资料问题：建议各位多去找一些谷歌全攻略来学习一下，还有一点需要注意，就是你所参考过的资料，都要在论文参考文献中或论文中有所提及，美赛对于版权问题查的是非常之严格的；

(3) 美赛算法创新及实现问题：如果你能从基本模型和算法入手，把几种算法组合起来解决题目要求的几个问题，并通过比较权威的软件实现，这就是创新，权威点的软件当然是指多用比较通用的数学或制图软件。

(4) 美赛论文加工及美工问题：如果论文是先写成中文再翻译，注意不要太生硬，注意把句子转换成英文习惯的表达形式，用中国的语言风格生硬地翻译到英文，那是很难拿到一等奖的。论文排版可以用LaTeX，也可以用Word，记住论文最终格式要是PDF，这是美国学术界比较认同的论文格式。 &

## 经验2:

### 选题

选哪道题不是特别重要，重要的是应该“尽快”选题。

竞赛时间是固定的，选题的时间越长，做题的时间越少。

选题多花1小时，意味着建模和写论文的时间就少了1小时。

无论选哪个题，都要快。竞赛时间短，每一分钟都很宝贵，花费在选题环节上的时间越多，留给后续环节的时间就越少。即使省出来的时间用来睡觉，也能提高效率。很多队伍前松后紧，拿到题目犹犹豫豫，左右摇摆，几个小时都不能确定选题。而到了最后，论文写不完，或者写完了没时间加工修改。**在选题环节花费大量的时间是很不划算的。**

扬长避短。选择最熟悉，最有把握，最有想法的题目，回避自身弱项。

## 如何备战

数学建模竞赛自身的特点决定了评奖有一定的偶然性，但是最终的奖项主要由实力决定，偶然运气因素大概会影响半个或一个奖励等级，一个实力大致能拿H的队，运气好一点，或许可以拿到M，但怎么都不可能冲击F或者O。对于O或者F这样高等级的奖励，偶然因素的影响可能更大一些，有把握拿M的队，都有机会争取F或者O。

运气可遇而不可求，所以只能通过提高自身实力来提高获奖的可能性。所谓建模实力，大致可以分为模型储备、计算能力和写作水平三个主要方面。

## 模型储备

主要是指参赛队的数学基础，对常见模型、方法的理解，以及灵活运用这些知识的熟练程度。熟练掌握的模型越多，解决问题时的眼界越开阔，可选择的方法也越多。常见的模型和方法在主要的数学建模教材，或各种开放课程中都有介绍，每个参赛队都应该掌握以下这些内容：

微积分	基本	博弈论模型	扩展:先掌握思想、原理， 适应的场合
线性代数		微观经济学基本原理	
概率论与数理统计		元胞自动机模型	
规划模型		群体决策模型	
微分方程模型		智能计算（遗传算法、模拟退火算法、蚁群算法等）	
图论模型		基本的数字图像处理方法	
计算机仿真方法		常见的模式识别算法（聚类算法、神经网络、支撑向量机等）	

## 计算能力

文献检索，数据收集（搜索引擎，数据库）

编程能力

至少能够熟练使用一种高级语言

常见的数值计算方法

常用的图论算法

文本文件读取、处理

数字图像（基本概念，读取，简单加工）

常用图表绘制

参考文献管理



## 论文写作

写作是数模竞赛中最关键的一步，因为竞赛的作品就是论文，三个人几天的劳动成果都要在论文中体现。没写出来，写不出来，或者没有恰当的写出来都会影响竞赛成绩。

对于美赛而言，论文写作水平是指两个方面，一是会不会写科技论文，二是英文表达能力如何，也就是会不会用英文写。如果模型做的不好，自然写不出来好论文，但是更普遍的现象是，模型做的不错，但是没写好，最后成绩较差。

往年的优秀论文也是必须要看的，而且要认真看，认真研究。当然，只看书和优秀论文是无法提高写作水平的，一定要自己动手写。写完与优秀论文对比，或者请老师点评，再修改，逐步提高。

竞赛前的准备工作是一个漫长、艰辛的过程，大体可以分为三个阶段：

### 1.学习数学建模课程。

这一阶段主要解决模型储备问题。同时，在学习的过程中，通过不断的练习，逐步提高计算能力和写作水平。可以选修所在学校的课程，也可以通过网上的开放课程完成。

### 2.赛前培训。

这一阶段主要是了解竞赛要求，熟悉往年赛题，研读优秀论文。第一个阶段的学习所获得的知识和能力，不是针对特定竞赛的，是普遍适用的。而这一阶段的培训非常有针对性。

### 3.模拟赛。

模拟赛就是选择难度相当的题目，严格按照竞赛时间要求（包括起始的时刻）进行，写出完整的论文。模拟赛后，一定要分析论文，可以请有经验的老师点评，也可以自行对照检查。只有分析出论文的优缺点，才能改进提高。这是检验自身实力的最好方法。**至少要进行一次**，有条件的话，**两次以上效果更好**。如果之前没有参加过类似竞赛，又不进行模拟赛，直接参赛的话，时间就是一个大问题，这样参赛队很有可能无法在竞赛指定的时间内完成题目要求的各项任务。

三个人至少都能够擅长建模、编程、写作一方面的工作，同时相互之间也有交叉，这样，不至于在任何一个环节卡壳而没有人能够解决，真正达到了团队协作的效果。

### 比赛流程：

第一天：定题+资料查找；

第二天：模型框架+部分求解；

第三天：全面求解+论文初稿；

第四天：摘要+反复修改全文。

赛前准备：对照一下数模的能力要求和自己队伍三个人的配合情况，查漏补缺，在一些重要而自己有没有掌握的一些知识点上再花些功夫，比如，优化，评价，预测等常用模型。<sup>77</sup>

数模竞赛是手段，不是目的。奖项虽然重要，但是不要仅以奖项论英雄，关键是要看参赛的整个过程中，**是否有收获**。如果说获奖就有收获，没获奖就没收获，时间、精力就白费了，那么这个竞赛就是失败的，也不是竞赛的初衷。

无论获奖与否，要看整个过程中建模能力是不是提高了，计算能力是不是提高了，写作水平是不是提高了，这些才是真正的收获。

*Thank you for your attendance!*