



# 认识数模美赛

史上最全数学建模综合教程（数学建模写作、算法、编程从入门、速成到进阶）

认识美赛 | 赛题选择 | 历年题型算法

主讲人：江北

# 目录 Contents

01

认识数学建模及美赛

02

美赛赛题选择

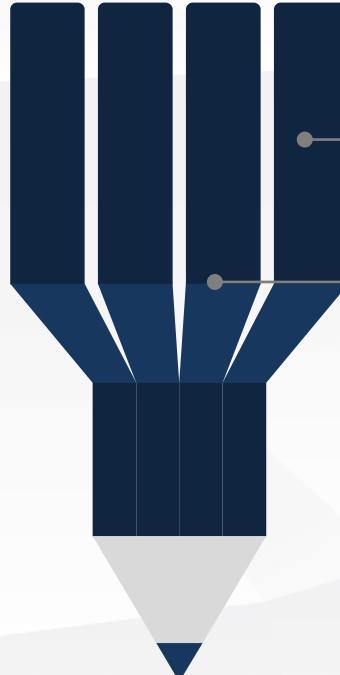
03

历年算法模型总结

# PART 01

01

## 认识数学建模及美赛



## 什么是数学建模?

官方解释



数学模型 (Mathematical Model) 是一种模拟，是用数学符号、数学式子、程序、图形等对实际课题本质属性的抽象而又简洁的刻画，它或能解释某些客观现象，或能预测未来的发展规律，或能为控制某一现象的发展提供某种意义上的最优策略或较好策略。

数学模型一般并非现实问题的直接翻版，它的建立常常既需要人们对现实问题深入细微的观察和分析，又需要人们灵活巧妙地利用各种数学知识。这种应用知识从实际课题中抽象、提炼出数学模型的过程就称为数学建模 (Mathematical Modeling)。



# 突击速成 | 认识美赛



Mathematical Contest in Modeling (MCM) 是一项由美国数学及其应用联合会 (COMAP) 发起组织的国际级竞赛项目，自1985年开始举办，每年一次。由美国自然基金协会和美国数学及其应用联合会共同主办，美国运筹学学会、工业与应用数学学会、数学学会等多家机构协办。

1999年起，美国数学及其应用联合会又同时推出**交叉学科竞赛** ( Interdisciplinary Contest in Modeling )，简称 ICM (涉及**数学、环境科学、生物学、化学、资源管理**等交叉学科)。

- 官网: <https://www.conest.comap.com/undergraduate/contests/>
- 时间:

报名截止: 北京时间2024年2月2日00: 00

竞赛开始: 北京时间2024年2月2日早上6点，周五

竞赛结束: 北京时间2024年2月6日早上9点，周二

论文提交截止时间: 北京时间2024年2月6日早上10点，周二

竞赛结果: 将于2024年5月31日或之前发布。



# 突击速成 | 2024美赛规定



- 篇幅限制：提交的**论文不能超过25页**，包括所有内容（摘要页、正文、参考文献、目录、注释、附录、代码和任何特定问题的要求）。必须以**PDF格式**提交。
- 人工智能：美赛不限制人工智能（GPT）的使用，但必须在**附录后注明人工智能使用**的内容（不包括在25页内），引用格式见<https://www.conest.comap.com/undergraduate/contests/mcm/flyer/Contest-AI-Policy.pdf>  
具体要求：

团队指导团队需要：  
1. 在报告中明确指出GPT或其他人工智能工具的使用情况，包括使用哪种模型以及用于什么目的。  
请使用内联引用和参考部分。在你的25页解决方案之后，还要附上人工智能使用报告(如下所述)。

2. 验证内容的准确性、有效性和适当性以及由语言模型生成的任何引用，并纠正任何错误或不一致之处。
3. 提供引用和参考，遵循这里提供的指导。仔细检查引用，确保它们是准确的，被正确引用。
4. 要注意抄袭的可能性，因为GPT可能会从其他来源复制大量文本。检查原始来源，以确保你没有抄袭别人的作品。



## ➤ 那我们是否一定要把所有和AI的对话写出来呢？

这个是该政策的第一年，谁也不知道其要求是否严格，但实际上AI率的检测目前还没有那么成熟，所以也不要太紧张，如果GPT含量比较高的话，可以考虑附带一部分报告。

## ➤ 常用AI率检测网站（参考）：

- <https://openai-openai-detector.hf.space/>
- <https://contentatscale.ai/ai-content-detector/>
- <https://smodin.io/zh-cn/ai%E5%86%85%E5%AE%B9%E6%A3%80%E6%B5%8B%E5%99%A8>
- <https://crossplag.com/ai-content-detector/>
- <https://writer.com/ai-content-detector/>



## ➤ 美赛获奖如何评审

评审分为三个阶段：浏览、评分和评定：

- 浏览阶段一共分为三轮，均采用7分制（1分最差，7分最好），前两轮由初评委完成，评分的依据主要是摘要的质量与内容的总体组织（2004年ICM还首次强调会考虑模型的描述）。
- 评分阶段共分为至少四轮，采用百分制，评分阶段与第三轮浏览均由终评委完成。
- 评定阶段是由各评委讨论决定特等奖的最终获得者。

## ➤ 评审原则

- 初评（浏览的第一、二轮）时主要根据论文的摘要和内容的总体组织来进行评分。如何写好摘要？

根据评委的评述文章：摘要应该简要地陈述问题、描述建模方法、叙述读者应该记住的重要结果和结论、提出直接针对问题的建议。一个可以用来评价摘要质量的好方法是：“如果某人只读了摘要而未读报告的其他部分，他能大概知道问题是什么、我们做了什么、我们的结论是什么以及我们的建议是什么吗？”



## ➤ 评审原则

- 国赛章程中规定：竞赛评奖以**假设的合理性、建模的创造性、结果的正确性和文字表述的清晰程度**为主要标准。
- 美赛未这样具体明确地指出评审原则，只是从其大量评述文章中可以看出**假设的合理性、建模的创造性和文字表述的清晰程度**也是其重要标准，但在结果的正确性方面就**比较灵活了**。

### 假设的合理性

重视程度在国内部分评审中重视不够，美赛认为需要对**假设的合理、必要和实际影响进行清晰的描述**，还应对其进行敏感度分析以及引起的模型的优缺点进行描述

### 文字表述的清晰程度

美赛和国赛都非常重视，甚至可以说有过之而无不及，MCM与ICM都以提升参赛者的**写作能力**为根本目的之一(另一个目的是为了提升参赛者的问题的解决能力)

### 建模的创造性

美赛中也特别强调，在某些方面表现出很好**创造性的论文**即使出现比较大的错误亦有可能获得一等奖。但是切忌**为了炫技而使模型太过复杂**，如此很可能止步于M奖

### 问题的分析、模型的检验、结果的分析

国赛对模型的建立非常重视，但对问题的分析、模型的检验、结果的分析强调不够，但这是美赛最强调的部分。美赛评述文章认为**模型的检验越多越好**



## ➤ 如何获奖

根据美赛的众多评述文章，要想在美赛中获得二等奖，需要特别注意摘要和内容的组织，还要有真正的建模，另外就是要重视论文的写作。再进一步，要想获得一等奖除了前面的要求外，更需要特别重视各种分析工作（模型的检验也是分析的一种），需在某些方面有特别之处。如果要获得特等奖那就必须要全面完整的解决问题、详尽细致的分析、清晰简明的表述，即使是未能恰当的引用文献、术语符号的说明不够清楚等细微方面做得不好都会将参赛者挡在特等奖的大门之外。

总而言之，美赛相较国赛：

- 赛题具有更多的灵活性和开放性，给学生提供了较大的发挥空间
- 评审方面不强调结果的正确性而只是强调其合理性
- 特别强调推理和分析的合理性，重视模型的检验和结果的分析
- 重视模型的实用性和有效性而非模型的精巧与解法的精妙

# PART 02

02

## 美赛赛题选择



➤ 选题：近几年选择C/E题的比例最多

- 2022年A~F题分别有11%、8%、**37%**、4%、**30%**、11% 的队伍选择
- 2023年A~F题分别有12%、3%、**38%**、5%、**28%**、13% 的队伍选择

➤ 六道赛题

- ABC题称为MCM ( Mathematical Contest In Modeling, 数学建模竞赛 )
- DEF题称为ICM ( Interdisciplinary Contest In Modeling, 跨学科建模竞赛 )

MCM		ICM	
A	连续型	D	运筹学
B	离散型	E	可持续性
C	大数据	F	政策



## ➤ 常用模型

- 运筹优化类问题（规划模型、排队论、神经网络、启发式算法）
- 评价类问题（层次分析法、聚类分析法、主成分分析评价法等）
- 机理分析类问题（回归、拟合、微分方程等）
- 预测类问题（灰色预测、回归预测、神经网络、马尔科夫链）

## ➤ A和B题

- 官方给的信息A是**连续型**，B是**离散型问题**，概念过于宽泛，几乎把所有的模型全包括了，涉及**微分方程**、**物理概念**较多，可能需要一定的专业知识（例如涉及热力学、信号处理等）

## ➤ C题

- **大数据类型**，类似国赛C题，常常涉及时间序列预测、机器学习等等；官方可能提供数据也可能需要自己找数据。



## ➤ D题

- 运筹学/网络科学，**图论、优化问题**为主
- 涉及到的概念多，对**基础要求较高**，不建议优先选择

## ➤ E/F题

- 分别为**可持续性和政策题**，没有明确的数学特征，又被戏称为语文建模
- 一般制定政策等需要做出评价或决策，涉及**评价类模型、回归分析**等较多
- 结合模型求出的数学结果，写出政策结论
- 题目较开放，**自圆其说**即可

# PART 03

03

## 历年算法模型总结



# 突击速成 | 历年算法模型总结

- 根据数学建模美赛历年出题点可知，赛题类型主要集中在**优化类问题、评价类问题、预测类问题**三部分，  
其中在**O奖论文里，规划模型、启发式算法、层次分析法、ARIMA模型**都是出现率特别高的！

序号	年份	题目	题目要求	问题类型	O奖论文使用到的算法模型
A题	2016年	热水澡	建立一个浴缸的水温模型，确定最佳的策略，使人在浴缸里也能保持水温，而不浪费太多的水	优化	多目标优化模型、遗传算法、热力学模型
	2017年	管理赞比西河	评估修复、重建、拆除Kariba水坝潜在成本和收益、支持关于修建赞比西河新坝的数量和位置的建	评估预测	成本效益预测模型、k-NN、随机森林
	2018年	高频无线电传播	为海洋信号反射建立一个数学模型	评价决策	船舶摇摆模型、菲涅耳反射系数方程
	2019年	权利的游戏	分析龙的特征，行为，习惯，饮食以及与环境的相互影响	评价	渐近S形曲线，Von Bertalanffy方程、N-种群元种群模型、增长模型
	2020年	向北移动	建立一个数学模型，以识别未来50年内这两种鱼类最可能的位置，根据您的预测分析，这些小型捕捞公司是否应该改变其经营方式	评估预测	时间序列分析法、K-Means聚类算法、线性预测、模糊综合评价法
	2021年	真菌	建立一个数学模型来描述在多种真菌存在的情况下，通过真菌活性来描述地面凋落物和木质纤维的分解	评估预测	线性回归，非线性回归，神经网络，方差分析、相关系数分析
	2022年	骑自行车者的力量概况	开发一个模型，该模型可应用于确定骑手在赛道上的位置和骑手施加的力量	优化	生理学、动力学、模拟退火算法、K功率曲线，非线性规划、动态规划
	2023年	受干旱破坏的植物群落	考虑到干旱适应性与植物群落中物种数量的关系，探索和更好地理解这一现象	评价决策	偏微分方程、AHP 模型、贝弗顿-霍尔特方程、Runge-Kutta、TOPSIS、



# 突击速成 | 历年算法模型总结

序号	年份	题目	题目要求	问题类型	O奖论文使用到的算法模型
B题	2016年	太空垃圾	建立一个由时间决定的模型，确定最佳的方法，为一个私营企业提供商机，以解决太空垃圾问题	决策优化	模糊综合评价法（FCE）、 <b>层次分析法（AHP）</b> 、风险评估、马尔可夫模型
	2017年	合并收费	确定收费障碍的区域的形状，尺寸和合并模式，需包括事故预防，吞吐量及成本	优化	<b>Frank-Wolfe算法</b> 、机器学习模型
	2018年	有多少种语言	调查全球语言的发展趋势以及新办公室的位置选择	评估预测	主成分分析法、一阶自回归模型、 <b>logistic模型</b> 、马尔可夫模型、聚类分析、多目标决策（MODM）
	2019年	派送无人机	让发生飓风等自然灾害时，可以利用无人机更加高效地进行物资上的运输	规划	BP神经网络、 <b>多元线性回归</b> 、多目标规划、 <b>动态规划</b> 、 <b>层次分析法</b>
	2020年	最坚固的沙堡	建立数学模型以识别沙堡的最佳三维几何形状，在会发生波浪和潮汐的情况下海滨上持续最长的时间、使用模型确定城堡的最佳沙水混合比	优化	线性回归（最小二乘法）、 <b>多元分析</b> 、模糊综合评价法、 <b>RBF神经网络算法</b>
	2021年	扑灭野火	建立一个模型，以确定为维多利亚州消防管理局(CFA)拟议的快速森林火灾响应部门购买的SSA无人机和无线电中继无人机的最佳数量和组合	决策优化	机器学习、 <b>层次分析法（AHP）</b> 、预测模型
	2022年	水电共享	开发和分析一个数学模型，帮助谈判者应对固定设定的供水和需求条件	优化	线性规划、 <b>独立私人价值 (IPV) 模型</b> 、多目标规划、模拟退火、博弈论、遗传算法、主成分分析
	2023年	重新构想马赛马拉岛	以马赛马拉(Maasai Mara)这一大型野生动物保护区为背景，确定管理公园当前边界内外资源的替代方法	优化	双目标规划、Dijkstra 算法、非线性回归、雅各布线性化



# 突击速成 | 历年算法模型总结

序号	年份	题目	题目要求	问题类型	O奖论文使用到的算法模型
C题	2016年	优质基金挑战	建立一个模型来确定最优投资策略，包括确定学校、每个学校的投入、投资回报、对学生学业有显著正效用需持续的投资时间	优化预测	主成分分析、LASSO模型、PCA分析、线性拟合
	2017年	合作和导航	构建一个模型，包括对车道流量，峰值、(和/或)平均交通量，以及自动驾驶车所占的比例的协作系统	优化	网络最大流算法、Nagel-Schreckenberg(NS)模型、概率模型
	2018年	能源生产	根据题目所给数据创建能源概况，开发一个模型来描述1960年至2009年四个州中每个州的能源状况	评估预测	灰色关联分析、熵权法、ARIMA时间序列预测模型、高斯过程回归(GPR)模型、相关分析、多目标规划
	2019年	药物危机	建立一个数学模型来描述五个州及其县之间和之间报告的合成阿片类药物和hai洛yin事件(病例)的传播和特征	评估预测	多元线性回归、熵权法、相关性分析、时间序列分析(ARIMA)、马尔可夫模型
	2020年	数据财富	分析提供的三个产品数据集，用那些将帮助Sunshine公司在他们的三个新的在线市场产品获得成功的因素(数学意义上的证据、有意义的定量和/或定性模式、关系、策略、星级评级、评论，和有用评分的关系参数)来识别、描述、支持你所制定的营销策略	优化、评价、预测	自回归(AR)模型、主成分分析、层次聚类、因子分析、时间序列分析
	2021年	确认关于大黄蜂的传言	解决和讨论是否可以预测这种害虫的传播随着时间的推移，以及以何种精度水平	评价预测	分类预测模型、蒙特卡洛模拟、元胞自动机
	2022年	交易策略	一位交易员要求您开发一个模型，该模型仅使用迄今为止的每日价格流来确定交易员每天是否应该购买、持有或出售其投资组合中的资产	预测优化	ARIMA、时间序列分析、NSGS-II算法、LSTM模型、数学规划
	2023年	Wordle	预测wordle游戏的相关数据	预测	ARIMA-BP、LSTM、GMM、Apriori算法、随机森林、K-means算法



# 突击速成 | 历年算法模型总结

序号	年份	题目	题目要求	问题类型	O奖论文使用到的算法模型
D题	2016年	社会信息网络的演变和影响评估	考虑五个阶段来分析速度/信息流与信息内在价值的关系	预测	多层复杂网络模型、动态信息流模型、 <b>概率模型</b>
	2017年	优化乘客吞吐量	开发一个或多个模型，允许通过安全检查点探索乘客流，并识别瓶颈	评估决策	M/G/1 队列、泊松分布、正态分布
	2018年	从汽油驾驶到电动驾驶	调研现在特斯拉充电站在美国的分布，选择一个国家（韩国、爱尔兰或者乌拉圭）确定充电站的最优数量，位置和分布，并且说明影响这个计划发展和实施的主要因素	优化、评价、预测	排队论模型、 <b>多目标规划模型</b> 、logistic回归分析、聚类模型、K-means、ARIMA-LSTM模型
	2019年	离开卢浮宫的时间	开发卢浮宫紧急疏散模型，讨论如何为其他大型拥挤结构调整和实施模型	规划优化	分类预测模型、排队论模型、 <b>蚁群模型</b> 、目标规划模型
	2020年	团队策略	为球员之间的传球建立一个网络，每个球员都是一个节点，每个球员之间的传球构成一个链接。创建一个模型，该模型捕获团队工作的结构、配置和动态方面，确定团队合作成功的指标和结构配置	评价	AHP层次分析法、 <b>多元线性回归分析</b> 、K-means 算法
	2021年	音乐的影响	建立一个模型探索音乐的演变，进一步研究音乐及其对文化的影响	评估决策	PageRank机器算法、 <b>聚类分析</b> 、动态因子分析法
	2022年	数据瘫痪？使用我们的分析！	公司需要建立一个集成的数据和分析（D&A）系统，他们可以保证他们拥有合适的人员、技术和流程管理、操纵、使用和保护该资源。开发一个模型来评估 ICM 公司的 D&A 系统	评价优化	模糊综合评价模型、AHP-EWM 方法、 <b>矢量优化模型</b> 、PCA、Apriori算法
	2023年	优先考虑联合国可持续发展目标	探索可持续发展目标之间的关系	评价预测	CVM、EWM、 <b>ARIMA</b> 、熵权法、皮尔逊相关系数



# 突击速成 | 历年算法模型总结

序号	年份	题目	题目要求	问题类型	O奖论文使用到的算法模型
E题	2016年	社会信息网络的演变和影响评估	帮助国际清洁水运动组织、改善清洁水源、获取新鲜水源	评价决策	遗传算法、熵值法、 <b>线性回归模型</b> 、 <b>主成分分析</b>
	2017年	可持续城市	定义衡量城市智能增长成功率的指标、研究选定城市的当前增长计划，使用智能增长原则制定增长计划	评价决策	<b>主成分分析</b> 、熵权法、支持向量机 (SVM) 和加权移动平均法 (WMAM)
	2018年	气候变化如何影响地区不稳定？	建立一个模型来决定一个国家的脆弱性，同时衡量气候变化的影响	评价决策	PSR (压力状态响应) 模型、 <b>层次分析法</b> 、熵权法、 <b>灰色预测模型GM(1,1)</b>
	2019年	环境退化成本是多少？	创建生态服务评估模型，以了解考虑生态系统服务时土地利用项目的真实经济成本。使用模型对不同规模（从小型社区项目到大型国家项目）的土地利用开发项目进行成本效益分析评估	评价决策	<b>灰色预测模型GM(1,1)</b> 、逻辑增长模型、 <b>层次分析法 (AHP)</b> 、成本效益分析
	2020年	淹死在塑料中	开发一个模型，以估算可以安全减轻的一次性或一次性塑料产品浪费的最大量，而不会造成进一步的环境破坏、讨论塑料废物可以减少到达环境安全水平的程度	决策 <b>优化</b>	模糊综合评价法、熵权法 (EWM) 、 <b>层次分析法 (AHP)</b>
	2021年	重新优化食物系统	建立了食物系统模型，至少在一个发达国家和一个发展中国家应用你的模型来支持你的发现。讨论模型的可伸缩性(对较大或较小的食物系统)和适应性(对其他区域)	决策	<b>多元线性回归模型</b> 、综合评价模型、ODEs模型
	2022年	林业固碳	国际碳管理 (ICM) 合作组织已成立，旨在为世界各地的森林管理者制定指南，试图弄清楚如何利用和管理他们的森林。	评价 <b>优化</b>	微分方程、 <b>多目标规划</b> 、FHWp 模型、CEE 模型、AHP
	2023年	光污染	COMAP的照明控制任务(ICM)正在努力提高人们对光污染影响的认识，并制定干预策略以减轻这些影响。为了支持ICM的工作，在不同地点测量和减轻光污染的影响，包括人类和非人类的问题。	评价决策	<b>AHP</b> 、LSN 评估模型、微分方程、K-means 算法、熵权法



# 突击速成 | 历年算法模型总结

序号	年份	题目	题目要求	问题类型	O奖论文使用到的算法模型
F题	2016年	难民危机	确定难民危机的特定因素，证明这些条件对分析危机的必要性，并建立一个最优的难民迁徙模型	优化	双目标网络规划模型、网络规划模型(NPM)、聚类分析、多目标决策模型
	2017年	向火星迁移	形成政策模型和报告，使2100年火星上的生活体验甚至比当年的地球生活体验更好	优化	层次分析法、非线性规划模型
	2018年	隐私成本	研究与私人信息(PI)相关的问题，建立定价系统并提供建议给政府	优化	层次分析法、决策树、Topsis法、马尔可夫链
	2019年	数字货币	构建一个充分代表题目中金融体系的模型，并帮助确定全球分散式数字金融市场的可行性和影响	优化	DMP模型、费希尔方程、层次分析法(AHP)、模糊综合评价(FCE)
	2020年	流浪的家园	设计模型研究海平面上升对相关国家的人口、文化的影响	评价预测	熵权重法(EWM)、层次分析法(AHP)、非线性规划模型
	2021年	高等教育	制定一套模型并验证，以评估任何国家高等教育系统的健康状况	评价预测	决策树结合层次分析法AHP，神经网络模糊评价、时间序列分析法
	2022年	人人为我，空间为人人	什么是全球性的公平，小行星采矿将如何影响它？影响的因素是什么？联合国可以提出哪些政策来增加小行星未来采矿的全球公平性？	评价预测	CVM、熵权法、结构方程模型、AHP、TOPSIS；聚类分析；灰色预测
	2023年	绿色GDP	让世界承认GGDP是衡量一国经济健康状况的主要指标	评价预测	生命周期曲线、AHP、EWM、模糊综合评价、回归分析、ARIMA



# 欢迎关注数模加油站

THANKS