

class 4

上海数学建模联校活动：第六届（2024）上海地区数学建模联校活动开始报名 (qq.com)

<https://istem.info/?lang=cn>

上一年的提出的问题：

https://mp.weixin.qq.com/s/Tjg7O-VPrGkIYLydK_PzA

第五届（2023）上海地区数学建模联校活动（SJMMA）学生问题提出（部分）		
学校上下学接送高峰拥堵问题	超高层建筑电梯运力最大化	新能源车和燃油车的选择
智能路灯	火车站的出租车问题	校园晚餐
语言模型的建立	智能手机成瘾与情绪症状关系	优化导航系统
东海渔业生态保护	汽车轮胎	不同治水措施对水质污染的影响分析（以苏州河为例）
制定泡泡存在时间长且体积大的最优条件	寻象棋的胜负之道	app 吸引用户最佳方案
优化共享单车的调度方案	网络购物的选择	如何应对农作物面临的气候风险？
无人驾驶普及及情况下城市综合规划	城市交通拥堵问题	优化智慧城市的布局
从生活中体会供求关系与价格弹性	优化城市的交通网络	探讨学业成绩对学生心理健康指数的影响
改善中国大学生就业问题	交通规则	快速列车和慢速列车共用轨道的优化
新能源汽车充电桩的实际投放	疫情后的经济恢复	游乐园建设规划问题
外卖员配送问题	优化餐厅运营	中学生拉杆书包各项性能的优化
房产销量影响因素	花坛种植模型	旅馆经营策略与盈利预测
马拉松比赛中移动信号的覆盖问题	放学时段校门口拥堵问题	能源发展以及再分配问题
湖泊生态保护	幼儿园的定位芯片	生活污水的有效处理
教室灯光照明问题	学校食堂	中考升学压力评估及解决办法
空调最远使用方案	多巴胺指数研究	关于在崇明设立基地的方案
关于双减政策落地前后学生的身体技能与能力	社会对房价的影响	有效驱蚊虫
西桥动物的群落组成问题	上海人口老龄化问题	基于停车场考道的计算设计与改善的设想
无废城市	科技引领时代，我们应怎样把中国芯片推向世界舞台？	新冠感染周期计算
《原神》游戏中蒙德地区路线规划问题	提高球员的得分能力和整个团队的胜率	地铁管理
中学生运动风险评估	酒店电梯的智慧推送	家具搬运
停车场分布式光伏电源容量与充电桩数量优化配置研究	设置污水处理站	生态平衡问题
如何规划学校的放学时间	转“危”为“机”：石油开采策略	电视媒体广告效益最大化问题
苏拉威西岛市场竞争	液压吊机吊运路径优化	在十字路口踌躇，中国将何去何从？
上海迪士尼乐园游览指南	单车站点分布及其需求量	新能源汽车与油耗汽车在环境效益与能耗领域的对比
城市高科技园区绿化面积涨幅方案规划	老城人口密集区域立体车库安装及使用空间优化	电子交易平台评价问题
公园规划设计	在损失最小的情况下借钱问题	上海淀山湖水质富营养化的控制
搭建校园体育锻炼资源的智能体系	城市商铺规划	中学生体检项目安排时间优化
设计最优的旅游路线	2023 年第六届世界人工智能大会综合任务策略	上海回收站效益分析与改良
2023：黑天鹅频发，金融业将何去何从？	交通信号灯的时间配置	AI 与人类的相处模式预测
停车场再规划问题	城市电力分配最优化配置	上海五一假期科学旅游
共享单车的高效使用	最优惠的购物方案	诗歌风格的AI判断
基于启发式算法的疫情后师生出游最优化模型	核酸检测的混管方案	自动驾驶汽车对低碳生活的贡献
人口增长	探究人际交往过程中的关系变化	城市空气
如何通过合并多份样本的方式来提高传染病筛查效率	某市的餐厨垃圾处理方案	算力的发展未来分析与预测
如何帮助金州勇士在2022-2023赛季延续王朝	关于艾宾浩斯记忆法的探究	购买新能源汽车的选择判断
核废水中氚在北太平洋地区的游走扩散	流感疫苗分配方案	塑料瓶减少应用的具体方案
后疫情时代旅游业发展分析	探究澳门轻轨建设对市民方便性及其成效的优化方法	NBA 常规赛 MVP 评选方案设计
红绿灯的合理设置	如何以最大的效益卖水果？	如何更好的治疗糖尿病患者
票的大致趋势预测	对系外行星存在生命的可能性评估	图书馆座位规划
运用数学模型解决嘉定新城某路口交通问题	乒乓球进攻策略	梅赛德斯 F1 车队在 2022 的表现
解决学校及周边道路的拥堵情况	基于数学建模方法推断家长生气的因素	根据上海人的机场候机桥位和该岗位研究规划
上海汽车大牌牌照数量的推理与分析	小区充电桩最优布置	
流动人口问题	上海地区大气污染的观测分析	构建低碳生活区
高层住房电梯使用效率	音乐律制比较	如何快速刷完迪士尼所有的项目

<https://shimo.im/file-invite/D6oU6QoHVEHRbwcYm9XmkEAYJbX76/> 王老师 邀请您协作

《2024学校数学建模课程设计》，点击链接开始编辑

SJMMA 2023 A 题

城市宜居评估

城市化是工业化发展的必经之道，而城市宜居也随着城市化的发展成为了工业、后工业社会的重要课题。建设现代宜居城市发展需要兼顾经济发展、生活便利、环境保护，推进可持续发展模式的探索。世界不同地区、不同发展水平的城市也在相关政策、城市规划、公共交通设计、产业规划、旧城区再利用等方面推进创新。

因此，城市宜居度也成为了城市发展评估的重要指标。例如，经济学家智库等研究机构每年都会制定城市宜居排名。请你也通过数学建模的方式对给定级别的城市进行评估。根据联合国 2018 年统计，全球共有 81 个五百万人口以上的大城市，请你将研究范围限定在该级别城市并完成以下任务：

任务一：请并给出 2018-2022 年间每年的年度宜居城市排名

1. 列举城市宜居的影响因素，覆盖经济、基础设施完整性、自然环境、人口结构等不同方面。请阐述这些因素各自对于城市宜居的影响，并给出量化这些因素的方式以及数据来源。
2. 结合影响因素，建立宜居城市评价指标。请选择合适的模型以将不同重要性、影响城市不同方面的因素相结合。该模型在本题中是否完全适用？是否要根据不同情况对于模型进行调整？

任务二：请比较对各大城市的宜居差异

1. 比较各大城市在不同宜居指标上的得分差异，从而对这些城市进行归类。
2. 试分析这些差异的产生原因并通过建立数学模型予以量化。

任务三：请结合过去 30 年的各方面数据，对各城市宜居度的发展进行量化，并对未来 30 年各大城市的宜居度进行预测。同时结合任务三三模型，指出不同类型城市的发展趋势。

SJMMA 2023 B 题

高速公路充电站建设与管理

简介：随着新能源汽车（NEV）的销售额加速上升，对于其配套设施充电桩的建设显得日渐重要。目前，我国在市区的充电站与充电桩集群建设处于国际领先的地位。然而，高速公路充电站的建设还处于起步期，这对于需要长途旅行的广大车主是一大顾虑。同时，高速公路充电站存在显著的峰谷期，节日期间排起长队，平时则大量闲置，这被称为“充电潮汐”现象。您的队伍被要求对高速公路(网)的充电站建设进行规划与优化，并同时考虑建设完成后的长期管理问题，对其进行权衡解决。

背景：“双碳”目标的号召使得发展新能源汽车成为国家战略的重点。新能源汽车（尤其是纯电动汽车 BEV）续航里程并不高，平均约为满充电 200km 左右。NEV 在长途行驶的过程中需要依靠充电站补充电量。对于高速公路而言，加油站与服务区等已建成设施是建设充电站的优秀候选地点。目前，我国高速公路体系中，包括服务区，加油站等点位所建成的充电桩占全国总充电站的 2%左右，且主要分布于发达地区周边，该情况导致了 NEV 的长途旅行时常会遇到附近无充电站的尴尬处境，难以缓解车主们的“里程焦虑”。

同时，高速公路的充电站有特殊性，存在伴随节假日的使用高峰期与平时的闲置期。过少的充电桩会导致排队现象；分布过于集中的充电桩会导致闲置，产生浪费并降低维护的性价比。是否存在一种方案能够缓解这样的“充电潮汐”现象？

目前，中美等国家一致认为新能源汽车完成最终对传统燃油车的替换，最迟不晚于 2040 年底。对于高速公路充电站体系的完善已是一项迫在眉睫的议程。具有时代责任感与现实问题关照的你们，能否给出合理的数学建模与方案？

任务一：公路的充电站配置问题



给定一条已知长度，出入口位置，已建成设施（不包括充电桩）位置的公路，请你找出充电站的合理配置：建设充电桩数量，位置，建设所需资金与其他你认为可以确定的配置内容。

你可以参考的因素有：充电站（桩）的覆盖里程、充电桩的类型、途径地区的发达程度、途径 NEV 的多少、建设在加油站，服务区还是另开地点，以及其他合理因素。在这个问题中，可以认为在不同日子下的车流量大致不变。选择合适的公路进行模型应用。如何说明你的方案的优点与普适性？给出有说服力的分析。

任务二：充电潮汐问题

给定一个特定的高速公路充电站。考虑五一，春节，国庆等假期期间的车流与平时车流的差异。请建立模型评估下列内容：充电站应对车流的能力，可能会产生的节假日排队以及其造成的负面影响，以及闲置充电桩造成的维护成本的沉没量。根据你的模型与结果，怎样调整任务一中的配置，或是增加怎样的管理措施可以缓解这样的现象？

任务三：长期建设的方案问题

由于新能源汽车在不久的将来将完成全面替换，必须考虑 NEV 规模的增长与充电站建设的同步进行。请获取合适的的数据，对新能源汽车在未来的保有量增长进行预测。根据你的预测，随着新能源汽车的增长，任务一中的充电桩是否需要增加建设？选择合适的空间尺度（如一条公路，公路网等）考虑这个问题。在这个任务中，你同样需要考虑随时间而来的维护成本。最后，给出你的方案的总预算表。

提交：你的团队所提交的报告应包含一页“总结摘要”，其正文不可超过 20 页（总页数限制于 21 页）。附录和参考文献应置于正文后，不计入 21 页之限。

SJMMA 2023 C 题

桌面游戏自评分

电子游戏与桌面游戏的一大区别在于规则的执行者。在电子游戏中，规则的执行者通常是程序本身。为保证玩家的体验，许多规则的描述相当模糊或是根本不存在。在桌面游戏中，玩家可以成为规则的唯一执行者，因而其规则必须是清晰且没有歧义的，即其核心需要是一个确定的数学模型。这使得对其进行精准的评价格成为可能。

随着桌面游戏行业的发展，玩家对游戏性、平衡性等的要求也不断提高，以至于对新晋的设计师而言，仅仅是产出一个令目标玩家群体满意的作品也已经是一个巨大的挑战。

任务

在完成初版规则的设计后，如何确定后续的修改方向？对于一个已经完成设计的桌面游戏，如何比较其与现有类似产品的优劣？为解决这些问题，你的团队受邀开发一个桌面游戏自评分模型。具体而言，你的团队需要：

1. 建立一个或多个模型，使其可以描述任意桌面游戏的规则。
2. 基于步骤 1 中建立的模型，给出游戏性、策略性、上手难度、随机性、玩家交互强度、玩家顺位平衡性等桌面游戏指标的定义。
3. 附件 1 中列出了 25 个广为人知的桌面游戏^[1]，应用步骤 1 中建立的模型，将其规则模型化，并应用步骤 2 中的指标评价这些规则，指出随着游戏人数的变化，其评价指标将如何随之变化。随后指出这些指标如何影响一款桌面游戏的“极客评分”。
4. 对于一个特定的规则，分别给出针对目标玩家喜好与针对全体玩家喜好的优化方法。
5. 为新晋桌面游戏设计师们撰写一份不超过两页的非技术性报告，说明你们的自评分模型如何使用，以及如何根据结果做出调整。

提交：你的团队所提交的报告中应包含 1 页“总结摘要”，2 页非技术性报告，其正文不可超过 20 页（总页数限于 23 页）。附录和参考文献应置于正文之后，不计入 23 页之限。

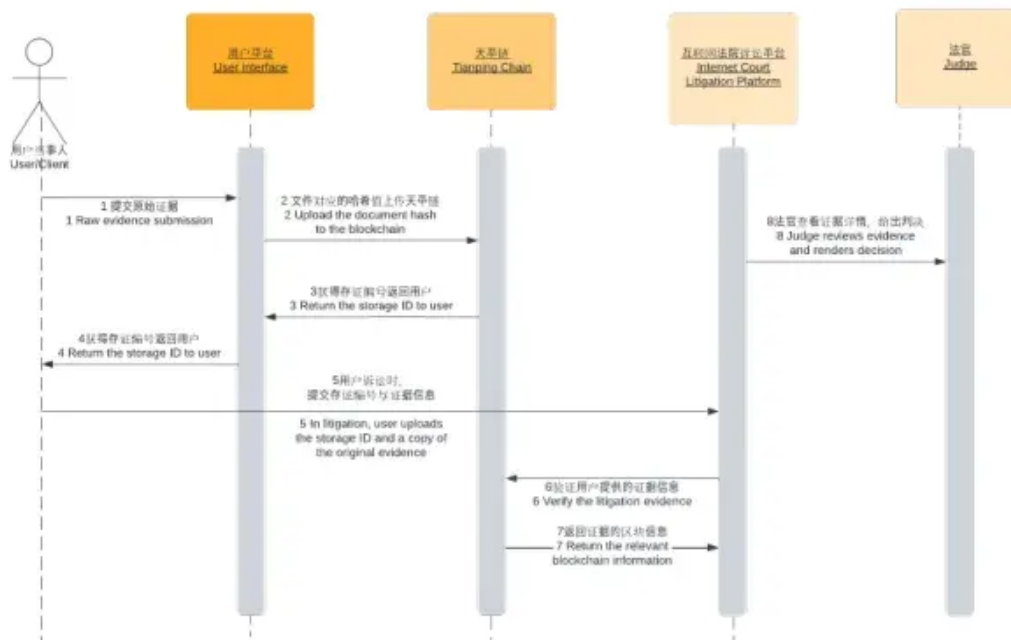
参考文献

- [1] Board Game Geek <https://boardgamegeek.com/browse/boards>

SJMMA 2023 D 题

描绘“天平链”电子存证蓝图

北京互联网法院的“天平链”是一种基于区块链技术¹的电子证据存证平台。其目的是为了保证在互联网法院诉讼过程中，电子证据的安全可信、不可篡改、不可抵赖。天平链基于区块链技术的分布式存储和加密算法，将电子证据的哈希值加密存储在区块链上，并记录下相应的时间戳和存证信息，从而形成一个不可篡改的、具有时间戳和溯源功能的证据链。此外，天平链还提供了数字证书、数字签名、时间戳等多重技术保障，为电子证据的真实性和可信度提供了强有力的支持。



天平链运作流程图

天平链的应用范围涵盖了诉讼证据存证、电子合同存证、知识产权保护等多个方面。通过天平链的应用，可以有效提高电子证据的保全和使用效率，提升司

¹ 关于区块链技术的详细介绍，见本题附录。你也可以阅读原始论文：<https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>

法公信力和诉讼效率。

假设你是北京互联网法院的数据分析师，现在需要研究一下天平链存证的数据安全性和存证效率问题。具体来说，你需要回答以下问题：

1. 根据北京互联网法院上的天平链实时数据公示，目前天平链有 14 个一级节点（又称全节点，包括所有的交易记录和区块链历史记录），9 个二级节点（只存储了部分交易数据，只验证与自己相关的交易区块），在线采集数据数超过 2.1×10^8 ，在线证据验证数超过 30000。请建立一个数学模型，用数学或计算机语言设计并还原一个简化版的“天平链”。

2. 请评估天平链存证的数据安全性。提示：评估天平链的安全性需要考虑多个方面，以下是一些可能需要考虑的因素：

- 分布式结构：区块链的分布式结构使得数据被存储在许多节点上，这使得攻击者很难对整个系统进行攻击。

- 共识机制：区块链的共识机制是保证区块链安全性的关键，因为它们确保每个节点都有一个统一的数据副本。这些共识机制包括工作量证明（PoW）、权益证明（PoS）等。评估这些共识机制的安全性是很重要的。

- 密码学：加密算法、数字签名算法等
- 操作系统和网络安全性
- 第三方应用程序的安全性（如用户交互界面）
- 其他因素

3. 假设你已经收集了一些天平链存证的数据，并对其进行了分析。你发现，天平链存证的数据安全性与存证效率之间存在一定的权衡关系，即提高数据安全性会降低存证效率，而提高存证效率可能会降低数据安全性。请给出一个合理的平衡方案，以保证天平链存证的数据安全性和存证效率均达到一个较高的水平。

4. 假设你需要对天平链存证的数据安全性和存证效率进行动态监测和预测。请设计一个数学模型，以预测未来天平链存证的数据安全性和存证效率的趋势，并给出相应的预测结果。



5. 请撰写一份非技术性报告，向北京互联网法院的管理人员简单阐述您的发现并提出实践建议。

以下文件和数据也许对你的研究有帮助：

北京互联网法院技术白皮书（天平链相关介绍在 19-21 页）：

<https://www.bjinternetcourt.gov.cn/cac/zw/1566024698818.html>

天平链实时数据公示：

<https://tpl.bjinternetcourt.gov.cn/tpl/#shen4>

天平链应用接入技术规范：

<https://www.bjinternetcourt.gov.cn/cgi/PreActiondownload.htm?fid=89667&rid=1575362569095>

[7&rid=1575362569095](https://www.bjinternetcourt.gov.cn/cgi/PreActiondownload.htm?fid=89667&rid=1575362569095)

天平链应用接入管理规范：

<https://www.bjinternetcourt.gov.cn/cgi/PreActiondownload.htm?fid=87329&rid=1575362569095>

[9&rid=1575362569095](https://www.bjinternetcourt.gov.cn/cgi/PreActiondownload.htm?fid=87329&rid=1575362569095)

提交 你的团队所提交的报告应包含 1 页“总结摘要”，2 页非技术性报告，其正文不可超过 20 页（总页数限于 23 页）。附录和参考文献应置于正文之后，不计入 23 页之限。

SJMMA 2023 E 题

外卖需求调节与订单调度

过去三年间，新冠疫情的反复，促生了消费者对城市生活服务的即时需求的爆发。近期相关调研显示，与 2019 年疫情发生前相比，目前有接近 7 成的用户认为自己使用外卖平台服务的频次显著增加、即配需求增势明显。

伴随即时电商进入行业高速发展期，物流行业也得到了快速的成长。我国现在每天需要处理的商品物流订单包裹量已经超过了一亿，以外卖为代表的即时配送领域订单量也超过了日均 6000 万单。

在外卖行业，每天的午晚高峰，以及刮风、下雨、下雪等恶劣天气下，用户的需求都会激增，而外卖平台的工作骑手数量并不能在短时间内快速增长，从而导致骑手供给远小于用户需求的情况。在这种供需失衡的场景，如果不对用户的需求做调节，会导致订单的履约变差，比如订单没有骑手接起，或者订单超时，进而导致用户的体验变差，影响用户在外卖平台上的长期留存和复购。

可以用于用户需求调节的主要手段包括但不限于：

1. 配送费：在供需失衡的场景下，配送费一般会比平时更高一些，但一般每个城市都会设置一个配送费的上限

2. 配送时间：可以适当延长配送时间，为骑手争取更多的作业时间

3. 配送范围：一般来说，对每个商户，都会有一个默认的配送范围（可以送达的用户区域的边界），它是一个以商户为中心的封闭区域。在供需失衡严重时，可以缩小配送范围，降低骑手的配送难度，那么距离商户位置较远的用户就不能下单

4. 其他：用户得到的红包类权益适当调整、实时订单转成预定订单等

（每种调节手段对需求的调节能力是不太一样的，对用户体验的伤害也会有所差异，一般来说，会尽量减少配送范围的使用）

同时，在增长迅速的即时物流配送市场、产生了巨大的运力需求，光外卖配送员的数量目前就达到了 500 万以上。如何高效地分配订单给骑士，使之达到配送效率最大化，是一件极富挑战的事情。对骑士行为的预估是进行骑士高效调度的重要条件，这个大数据量的场景和需求对机器学习和运筹优化领域产生了巨大的挑战，也促进了这个领域的蓬勃发展。越来越多的方法被研究来解决这个问题，一方面传统的求解算法如分支界限法、动态规划等，另一方面越来越多的启发式算法如遗传算法、进化算法、蚁群算法，模拟退火、粒子群方法等与具体业务场景相结合用来解决这个问题。近些年，随着机器学习技术的发展，传统的机器学习方法，深度学习，图神经网络和强化学习也被引入进来解决这个问题。

我们希望你选取部分或全部子问题，结合虚拟数据/调研等、对外卖需求调节和订单调度进行分析和优化模型设计。问题描述中是一些相关提示，你也可以用其他方式：

问题一：在供需失衡的场景下，评估用户体验的长期价值和用户需求调节

1) 只考虑用户在物流上的体验，也就是订单是否被接起，配送是否超时，比如从平台视角，可以定义订单的准时率指标：订单被接起，并在给定的配送时间内成功送达用户，量化准时率的长期价值是指准时率提升 1%，会给用户、平台带来多少的长期价值。

2) 只考虑外卖业务运作的最小单元：商圈，在一个商圈内，有一定数量的骑手，他们的能力会有所差异（体现在能同时配送的订单上），商圈内有若干商户，商圈内及周围有若干用户，在午晚高峰和恶劣天气的场景下，如何科学合理地使用配送费、配送时间和配送范围这几个手段，来调节用户的需求，达成需求调节的目的，并且在这个过程中，需要尽量保证用户体验和平台价值。

问题二：骑手路径规划

给定一个骑手和他当前正在及需要配送的订单，给出一条最合理的跑动路径。骑手配送每个订单，先后会有这样的几个状态：接单、到店、取餐、配

作业

- 完成上海数学建模联校活动的报名，将报名成功的截图保存下来，发送到指定邮箱
- 以小组为单位，提出一个数学建模问题（仿照上一节提出问题格式），将问题的英文撰写在 overleaf 中，下载 pdf
- 使用 python 将当 $n=2,3,4,5,6,7$ 的计算结果存储在一个空的列表中，下载 python 文件或截图

$$f(n) = \sum_{i=1}^n i(i+1)$$

将上述三项作业在下周一晚 20:00 之前发送到 learningmm@163.com

