

2025 年第十届数维杯大学生数学建模挑战赛题目

(请先阅读“数维杯大学生数学建模挑战赛论文格式规范”)

B 题 马拉松经济的高质量发展思路探索

近年来，我国马拉松赛事数量呈现“先井喷、后调整、再复苏”的显著变化。据中国田径协会数据，2019 年马拉松及相关赛事达到 1828 场的峰值，较 2014 年的 51 场增长近 36 倍。尽管 2020 年因疫情中断，但 2021 年赛事数量快速恢复至接近 2019 年水平，2023 年全国路跑赛事恢复至 699 场（统计口径调整为不含越野赛），2024 年赛事热度持续攀升，仅 11 月单月举办赛事超 114 场。同时，马拉松也产生了巨大的经济效益，成为城市发展的“金色跑道”。2023 年认证赛事跑者消费总规模超 133 亿元，其中直接消费 82 亿元，2024 年无锡马拉松带动经济效益 2.8 亿元，餐饮住宿占比近九成。头部赛事外地选手占比普遍超 70%，如 2024 长沙马拉松吸引 15 万人报名，外地跑者人均消费 4208 元，带动城市综合经济影响力近 8 亿元。赛事期间“一人参赛、全家旅游”模式普及，间接消费带动比例达 1:13。不仅如此，马拉松还推动城市品牌的塑造，西安马拉松串联 13 朝古都地标，赣州首届马拉松融入宋城文化元素，完赛奖牌设计成文化收藏品。当代城市马拉松已发展为融合经济、文化、社会价值的复合型公共产品。它不仅带来可量化的经济效益，更在无形中提升城市软实力，培育公民社会参与热情，重构人城关系。随着“体育+”模式的深化，马拉松赛事将持续释放其多维价值，成为现代城市文明进步的独特注脚。

马拉松赛事的成功举办依赖于气候条件、城市道路、人口规模与参赛需求的协同匹配。同时，马拉松路线的规划直接影响选手体验、赛事安全及城市运行效率。现有路线设计多侧重气候条件与景观特色，但对自然遮荫覆盖、交通拥堵压力等细节关注不足。从另一个视角来看，马拉松赛事所带来的品牌价值与参赛者体验不仅依赖竞技本身，还需通过创新周边产品与差异化激励机制增强参与感。当前赛事纪念品多为通用设计且缺乏时效性与收藏价值，与此同时，年龄分组排名机制在提高跑者的参与热情和

激发荣誉感方面仍有提升空间。需构建“产品-排名-情感”联动体系，通过限定礼品研发与精准分组策略，提升赛事粘性与品牌传播度。为优化赛事布局与体验，需构建一个多维度评估框架，如何利用大数据方法与技术设计出融合城市美学的复杂系统，让城市马拉松成为城市与跑者的深度对话空间成为当前的主要问题。

（一）需要解决的问题

请你们利用“附件数据”一栏中列出的数据集，回答以下问题：

1. 请选择合适的数据集，综合考虑气象适宜性、城市承载能力、人口规模及报名热度（主要由历史报名人数及其增长率体现）等核心要素，进而科学筛选中国主要城市的马拉松赛事窗口期、合理确定比赛时间、赛事规模与频次。
2. 以西安市为例，基于西安市基础数据中的景点、住宿设施坐标集。
 - (1) 建立评价函数（考虑容量权重与邻近路网密度），并绘制图形划分服务范围。要求建立目标优化模型筛选出最优的起点-终点组合（路线不唯一）赛跑线路，该线路需满足：
 - ①两地路线距离 $\geq 42\text{km}$ ；
 - ②起点 3000 米内住宿容量 ≥ 3000 人；
 - ③起、终点毗邻轨道交通站点。
 - (2) 将景点抽象为必经节点集，餐饮设施视为增益节点（每经过 1 个增益 +0.2）。要求设计符合国际马拉松（全马、半马、健康跑）公里数要求的闭合回路，赛跑线路需满足：
 - ①坡度 $\leq 5\%$ ；
 - ②每 5km 设置补给站（需邻近餐饮设施）的条件下，提供最大增益值的赛跑线路。
3. 你需要构建综合评估体系，在保证赛事专业性的同时，提升选手舒适度并降低对城市交通的干扰。在问题 2 基础上，如何量化分析赛道沿

线的树荫覆盖率，结合气象数据优化路线走向，减少选手在高温时段暴露于直射阳光下的距离？请设计一种多目标优化算法，平衡树荫覆盖、交通影响、赛道坡度等因素，生成若干候选路线方案，并提出评估赛跑线路科学性的量化指标。

4. 如何基于马拉松赛事主题设计具有收藏价值的限定纪念品，并结合参赛组别、成绩排名设置差异化兑换权益？如何优化年龄分组规则（如按 5 岁间隔细分组别），结合历史成绩数据预测各组别竞争激烈程度，为参赛者提供赛前模拟排名工具，帮助其制定合理的奖励方案？

（二）名词定义解释：

城市承载能力：指在一定时期内，城市生态系统在维持期功能、结构且不退化且满足居民生活质量的前提下，所能够支撑的最大人口规模、经济活动和资源消耗的阈值。

马拉松赛事窗口期：指适合举办马拉松赛事的时段。

临近路网密度（proximity road network density）：指的是某个特定区域内道路网络的密集程度，通常用于描述道路的分布情况及其相对位置与其他道路、目的地或城市设施的关系。它是一种衡量区域交通便利性的指标。

全马：指一场标准的马拉松比赛，比赛的距离为 42.195 公里。

半马：全程马拉松的一半，比赛的距离为 21.0975 公里。

健康跑：相对短距离、注重参与者健康和运动乐趣的赛事，通常赛程较短，可能是 5 公里、10 公里或其他较短的距离。

（三）题目数据

附件 1：中国气象数据（主要包含气温、气压、露点、风向风速、云量、降水量数据）

附件 2：2021-2024 年我国主要城市逐月轨道交通客运量数据

附件 3：我国省市两级第五、六、七次人口普查数据（包括年龄和性别）

附件 4：全国人口密度分布

附件 5：西安市基础数据（包括住宿、餐饮、景点、停车场等信息）

附件 6：陕西省 12.5 分辨率地形数据

附件 7：2025 年西安市道路数据

附件 8：西安_2024 年公交站点和线路数据

附件 9：西安_2024 年地铁数据

附件 10：西安市的绿地数据

附件 11：超级马拉松跑的大数据集（数据来源于 Kaggle）

附件 12：马拉松赛历数据

附件 13：西安市 shp

（四）参考文献

- [1] Vanos J K, Kosaka E, Iida A, et al. Planning for spectator thermal comfort and health in the face of extreme heat: The Tokyo 2020 Olympic marathons[J]. Science of The Total Environment, 2019, 657: 904-917.
- [2] Yang F X, Tan S X. Event innovation induced corporate branding[J]. International Journal of Contemporary Hospitality Management, 2017, 29(3): 862-882.
- [3] Tian Z, She W, Li S, et al. Key links identification for urban road traffic network based on temporal-spatial distribution of traffic congestion[J]. Modern Physics Letters B, 2019, 33(25): 1950307.
- [4] Wang C, Liu R, Su Y, et al. Accelerating two-phase multiobjective evolutionary algorithm for electric location-routing problems[J]. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 2023, 24(9): 9121-9136.
- [5] Ahmed N U. Dynamic model of urban traffic and optimum management of its flow and congestion[J]. Dynamic Systems and Applications, 2017, 26(1): 575-588.
- [6] Anas A. “Downs's Law” under the lens of theory: Roads lower congestion and increase distance traveled[J]. Journal of Urban Economics, 2024, 139: 103607.

赛题声明：本赛事所有赛题仅授权 2025 年第十届数维杯数学建模挑战赛参赛队伍使用，任何组织及个人未经组委会书面授权：严禁用于校内竞赛，篡改、复制等侵权行为。