

2024年MCM竞赛C题：网球比赛中的势头

在2023年温布尔登网球锦标赛男子单打决赛中，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。这场失利是德约科维奇自2013年以来在温布尔登的首场败绩，也终结了这位网球大满贯历史传奇选手的惊人连胜纪录。

这场比赛本身就是一场非凡的较量[1]。德约科维奇在首盘以6-1（7局中赢下6局）的绝对优势轻松掌控局面，似乎注定会赢得比赛。然而，第二盘竞争异常激烈，最终阿尔卡拉斯通过抢七以7-6获胜。第三盘则与第一盘形成鲜明反差，阿尔卡拉斯以6-1轻松拿下。这位年轻的西班牙选手在第四盘伊始似乎完全掌控了比赛节奏，但不知何故，比赛局势再次逆转，德约科维奇全面掌控局面，以6-3赢下该盘。第五盘（决胜盘）开始时，德约科维奇延续了第四盘的优势，但比赛局势再次发生转变，阿尔卡拉斯重新掌控主动权，最终以6-4获胜，赢得冠军。这场比赛的相关数据可在提供的数据集“match_id”为“2023-wimbledon-1701”中查询。通过“set_no”列筛选出值为1的数据，即可查看德约科维奇占据优势的第一盘所有得分情况。比赛中，优势方时常出现的大幅局势波动（有时会持续多个得分点甚至多局），通常被归因于“势头”。

词典中对“势头”的定义是“通过运动或一系列事件获得的力量或影响力”[2]。在体育比赛中，一支队伍或一名运动员可能会在比赛过程中感受到自身拥有“势头”，即“力量/影响力”，但这种现象难以量化。此外，若势头确实存在，比赛过程中的各类事件如何催生或改变势头，目前尚无明确结论。

所提供的数据涵盖了2023年温布尔登网球锦标赛男子单打第二轮之后所有比赛的每一个得分点。你可以自行决定是否纳入额外的选手信息或其他数据，但必须完整记录所有数据来源。请利用这些数据完成以下任务：

1. 构建一个能够捕捉比赛得分过程中局势变化的模型，并将其应用于一场或多场比赛。该模型需能够识别出在比赛特定时间点哪名选手表现更出色，以及双方的表现差距。基于你的模型，提供可视化图表来描绘比赛局势的变化。注：在网球比赛中，发球方赢得该得分点/该局的概率要高得多。你可能需要以某种方式将这一因素纳入模型考量。
2. 一位网球教练对“势头”在比赛中所起的作用持怀疑态度。相反，他认为比赛局势的波动以及选手的连胜表现都是随机现象。请利用你的模型/指标来验证这一观点。
3. 教练们非常想知道，是否存在一些指标能够帮助判断比赛局势何时会从有利于一名选手转向有利于另一名选手。
 - 利用至少一场比赛的提供数据，构建一个预测比赛局势波动的模型。哪些因素（若存在）与之相关性最强？
 - 鉴于过往比赛中“势头”波动的差异，当一名选手即将与另一名陌生选手展开新比赛时，你会给出怎样的建议？

4. 在其他一场或多场比赛中测试你所构建的模型。该模型对比赛局势波动的预测效果如何？若模型在某些时候表现不佳，你能否找出可能需要纳入未来模型的因素？该模型对其他比赛（如女子比赛）、其他锦标赛、不同场地类型以及其他运动（如乒乓球）的适用性如何？

提交一份不超过25页的报告，阐述你的研究结果，并附上一份1-2页的备忘录，总结你的研究结论，同时为教练提供关于“势头”作用的建议，以及如何让选手做好准备，以应对影响比赛局势变化的各类事件。

你的PDF解决方案（总页数不超过25页）应包含以下内容：

- 一页摘要页；
- 目录；
- 完整的解决方案；
- 1-2页的备忘录；
- 参考文献列表；
- 人工智能使用报告（若使用，不计入25页的页数限制）。

注：MCM竞赛的提交文件没有特定的最低页数要求。你可以使用最多25页的篇幅呈现所有解决方案内容以及你想要补充的任何信息（例如：图表、示意图、计算过程、表格等）。不完整的解决方案也会接受。我们允许谨慎使用ChatGPT等人工智能工具，尽管并非解决该问题的必需工具。若你选择使用生成式人工智能，必须遵守COMAP的人工智能使用政策。这意味着你需要在PDF解决方案文件的末尾添加一份额外的人工智能使用报告，该报告不计入25页的解决方案篇幅限制。

提供的文件：

- Wimbledon_featured_matches.csv——2023年温布尔登网球锦标赛男子单打第二轮之后的比赛数据集；
- data_dictionary.csv——数据集说明文档；
- data_examples——帮助理解所提供数据的示例。

术语表

大满贯（Grand Slam）：网球运动中的大满贯是指选手在一个日历年内赢得某一单项赛事的四项主要锦标赛冠军。四项大满贯赛事分别是澳大利亚网球公开赛、法国网球公开赛、温布尔登网球锦标赛和美国网球公开赛，每项赛事为期两周。

关键术语/概念术语表

得分规则[3]：

- 比赛 (Match)：温布尔登网球锦标赛男子单打比赛采用五局三胜制；
- 盘 (Set)：由若干局组成；赢得6局即可获胜一盘，但选手必须至少领先两局。若双方战成6-6平，则需进行抢七决胜（详见下文）；
- 局 (Game)：由若干得分点组成；选手需赢得4分才能获胜一局，但同样必须至少领先两分。详见下文“局的得分规则”。

局的得分规则[3]：

- 0分 = Love；
- 1分 = 15；
- 2分 = 30；
- 3分 = 40；
- 平分 = All（例如：“30平”）；
- 40-40 = 平分 (Deuce)（双方选手均至少赢得3分，且得分相同）；
- 发球方赢得平分后的得分点 = 占先 (Ad-in，或“发球方占先”)；
- 接发球方赢得平分后的得分点 = 接发占先 (Ad-out)。

发球 (Serve)：选手在每局比赛中交替担任“发球方”(即发起每个得分点首次击球的选手)和“接发球方”。在职业网球比赛中，发球方往往拥有明显优势。每个得分点，选手有两次发球机会将球发至有效区域(“发球区”)。若两次发球均未成功将球发至有效区域，则判为“双误”(double fault)，接发球方赢得该得分点。

- 破发 (Breaking serve)：接发球方赢得一局比赛；
- 破发点 (Break point)：若接发球方赢得该得分点，即可赢得这一局比赛的得分点；
- 保发 (Holding serve)：发球方赢得一局比赛。

抢七 (Tie-breakers)：除比赛第五盘外，其他各盘比赛中，选手赢得6局且至少领先两局（即比分6-4及以上）即可获胜该盘。若未满足此条件，则比赛继续进行，直至双方战成6-6平，此时需进行抢七决胜。温布尔登网球锦标赛的抢七规则为：除第五盘（决胜盘）采用10分制（需至少领先两分）外，其他盘的抢七采用7分制（需至少领先两分）。

休息时间/场地换边：选手在第一局比赛结束后交换场地，之后每两局交换一次场地。从第三局开始，每次换边时允许选手有90秒的休息时间。抢七过程中，选手每6个得分点交换一次场地。每盘比赛结束后，选手可休息至少2分钟。比赛中允许申请医疗暂停和一次洗手间暂停。

参考文献

[1] Braidwood, J. (2023), 诺瓦克·德约科维奇遭遇了一位独特的对手——温布尔登失利是否意味着终结的开始,《独立报》, <https://www.independent.co.uk/sport/tennis/novak-djokovic-wimbledon-final-carlos-alcarazb2376600.html>.

[2] <https://www.merriam-webster.com/dictionary/momentum>

[3] Rivera, J. (2023), 网球得分规则解析：温布尔登网球锦标赛规则、术语及得分体系详解, 《体育新闻》, <https://www.sportingnews.com/us/tennis/news/tennis-scoring-explained-rules-system-pointterms/7uzp2evdhbd11obdd59p3p1cx>.

帮助理解数据集的示例

示例1：第5行

| 列名 | 数值 | 说明 |
|--|-----------------------|--|
| match_id | “2023-wimbledon-1301” | “1301”中的“3”表示第三轮比赛，“01”表示该轮比赛中列出的第一场比赛 |
| elapsed_time | “0:01:31” | 该得分点的发球时间为比赛第一个得分点开始后的1分31秒 |
| point_no、game_no、set_no （“no”为number的缩写，意为编号） | 4、1、1 | 该得分点是本场比赛第一盘第一局的第四个得分点 |
| p1_sets、p2_sets、p1_games、p2_games | 0、0、0、0 | 由于这是本场比赛的第一局，两名选手均未赢得任何一局或一盘 |
| p1_score、p2_score | 15、30 | 该得分点进行时，比分情况为选手1得15分，选手2得30分。因此，选手1在前序得分点中赢下1分，选手2赢下2分 |
| server | 1 | 选手1（阿尔卡拉斯）在该得分点担任发球方 |
| serve_no | 1 | 该得分点使用的是第一次发球，即阿尔卡拉斯的第一次发球成功落入有效区域 |
| point_victor | 1 | 阿尔卡拉斯（选手1）赢得该得分点 |
| p1_points_won、p2_points_won | 2、2 | 选手1（阿尔卡拉斯）作为该得分点的获胜者，其本场比赛的总得分现在变为2分（之前为1分）。选手2因输掉该得分点，总得分仍为2分 |

| 列名 | 数值 | 说明 |
|--|----------------------|--|
| game_victor、 set_victor | 0、0 | 阿尔卡拉斯赢得该得分点后，本局比分变为30-30（双方各得2分），因此两名选手均未在该得分点赢得一局或一盘（均为0） |
| U列 - AC列 | - | 可通过这些列判断该得分点的获胜方式： |
| p1_winner | 1 | 阿尔卡拉斯通过一记“对手无法触及”的击球赢得该得分点 |
| p1_ace | 0 | 这记击球并非发球直接得分（因数值为0） |
| winner_shot_type | F | 该击球为正手击球（区别于反手击球） |
| p2_net_pt | 1 | 选手2（贾里）在该得分点的某个时刻处于网前位置 |
| p2_net_pt_won | 0 | 由于阿尔卡拉斯赢得了该得分点，尽管贾里在该得分点过程中曾处于网前位置，该数值仍为0 |
| AH列 - AM列 | 均为0 | 即使选手2赢得了该得分点，本局比赛也不会结束，因此该得分点并非“破发点”，这些列的数值均为0 |
| p1_distance_run、 p2_distance_run | 51.108、 75.631 | 两名选手在该得分点过程中跑动的距离（单位：米） |
| rally_count | 13 | 该得分点过程中，两名选手合计击球的次数 |
| speed_mph、 serve_width、 serve_depth、 return_depth | 130、 BW、 CTL、D | 发球方阿尔卡拉斯发出了一记时速130英里的发球，发球位置为接发球方的“身体附近/边线位置”（此前已知这是第一次发球），且发球落点接近判定球是否出界的边线。接发球方贾里将球回至场地“深处”（即靠近场地另一端的位置） |

示例2：第8行-第12行

第一局的最后四个得分点展示了平分（“deuce”）和占先（“ad”）的概念。每一行代表比赛中一个后续的得分点。

| 行号 | 列名 | 数值 | 说明 |
|-----|-----------------------|-----------|--|
| 第8行 | p1_score、 p2_score | 40、 40 | 比分处于40-40，意味着两名选手均在前序得分点中赢下3分（这也被称为“平分”） |

| 行号 | 列名 | 数值 | 说明 |
|------|-----------------------|-----------|--|
| - | point_victor | 1 | 阿尔卡拉斯赢得第7个得分点（第8行） |
| 第9行 | p1_score、 p2_score | AD、 40 | 由于阿尔卡拉斯赢得了前一个得分点（第7个得分点），第8个得分点的比分为阿尔卡拉斯“占先”(AD)、贾里40分，即阿尔卡拉斯再多赢1分便可赢得本局比赛 |
| - | point_victor | 2 | 贾里（选手2）赢得第8个得分点（第9行） |
| 第10行 | p1_score、 p2_score | 40、 40 | 比分回到40-40（“平分”），意味着两名选手在前序得分点中赢得的分数相同，此时双方均为4分 |
| - | point_victor | 1 | 阿尔卡拉斯赢得第9个得分点（第10行） |
| 第11行 | p1_score、 p2_score | AD、 40 | 阿尔卡拉斯在赢得第9个得分点后再次获得占先优势 |
| - | point_victor | 1 | 阿尔卡拉斯赢得第10个得分点（第11行），这意味着他赢得了本局比赛（此时他的得分比对手多2分） |
| 第12行 | game_no、 p1_games | 2、 1 | 阿尔卡拉斯赢得第一局。这是第二局的第一个得分点 |

示例3：第51行

本场比赛的第51个得分点展示了“破发点”的概念——即非发球方（接发球方）有机会赢得本局比赛的得分点。

| 行号 | 列名 | 数值 | 说明 |
|------|-----------------------|-----------|---|
| 第51行 | p1_score、 p2_score | 40、 30 | 比分处于40-30，意味着选手1（阿尔卡拉斯）领先 |
| - | server | 2 | 贾里（选手2）担任发球方 |
| - | p1_break_pt | 1 | 若阿尔卡拉斯赢得该得分点，他将赢得本局比赛；由于他并非发球方，因此该得分点为“破发点” |
| - | point_victor | 1 | 阿尔卡拉斯赢得该得分点（并因此赢得本局比赛） |
| - | p1_break_pt_won | 1 | 阿尔卡拉斯赢得了本局比赛，且在该得分点中并非发球方 |

COMAP竞赛中大型语言模型和生成式人工智能工具的使用政策

本政策旨在应对大型语言模型（LLMs）和生成式人工智能辅助技术的兴起，为参赛团队、指导教师和评委提供更高的透明度和更明确的指导。本政策适用于学生工作的各个方面，包括模型的研究与开发（含代码编写）以及报告的撰写。由于这些新兴技术发展迅速，COMAP将根据实际情况对本政策进行适当修订。

参赛团队必须如实披露所有人工智能工具的使用情况。团队及其提交的作品透明度越高，其研究成果就越有可能获得充分的信任、认可，并被他人正确借鉴。这些披露有助于了解知识成果的形成过程，并对相关贡献给予恰当的认可。若未明确引用和说明人工智能工具的作用，报告中存在问题的段落和内容可能会被认定为抄袭，进而导致作品被取消参赛资格。

解决竞赛题目并非必须使用人工智能工具，但允许负责任地使用此类工具。COMAP认可大型语言模型和生成式人工智能作为生产力工具的价值，它们可以帮助参赛团队准备提交材料，例如：生成初步的结构思路、进行总结、改写、语言润色等。在模型开发的许多任务中，人类的创造力和团队协作至关重要，过度依赖人工智能工具可能会带来风险。因此，我们建议团队在使用这些技术完成以下任务时保持谨慎：模型的选择与构建、辅助代码编写、数据和模型结果的解读以及得出科学结论等。

需要注意的是，大型语言模型和生成式人工智能存在局限性，无法替代人类的创造力和批判性思维。COMAP建议参赛团队若选择使用大型语言模型，需警惕以下风险：

- 客观性：大型语言模型生成的文本可能包含过往发布内容中的种族主义、性别歧视或其他偏见，且可能未涵盖一些重要观点；
- 准确性：大型语言模型可能会“编造信息”，即生成虚假内容，尤其是在其领域之外使用或处理复杂、模糊的主题时。它们可能生成语言上通顺但科学上不合理的内容，可能出现事实错误，并且有证据表明它们会生成不存在的引用文献。部分大型语言模型的训练数据仅截止到特定日期，因此提供的信息可能不完整；
- 语境理解能力：大型语言模型无法像人类一样理解文本的语境，尤其是在处理习语、讽刺、幽默或隐喻性语言时，这可能导致生成的内容出现错误或误解；
- 训练数据：大型语言模型需要大量高质量的训练数据才能达到最佳性能。然而，在某些领域或语言中，此类数据可能难以获取，从而限制了其输出结果的实用性。

参赛团队指导原则

参赛团队必须遵守以下要求：

1. 在报告中明确说明是否使用了大型语言模型或其他人工智能工具，包括使用的模型名称及其用途。请使用文中引用和参考文献列表的形式进行说明。此外，在25页的解决方案之后，需附上一份《人工智能使用报告》（详见下文说明）；
2. 验证语言模型生成内容及引用文献的准确性、有效性和适当性，并纠正任何错误或不一致之处；
3. 按照本指南的要求提供引用和参考文献。仔细核对引用文献，确保其准确性和规范性；
4. 警惕抄袭风险，因为大型语言模型可能会复制其他来源的大量文本。请核对原始来源，确保不会抄袭他人的研究成果。

若COMAP发现参赛作品存在未披露的人工智能工具使用情况，将采取相应的处理措施。

引用和参考文献说明

请仔细考虑如何记录和引用团队选择使用的任何工具。目前已有多种引用格式指南开始纳入人工智能工具的引用和参考文献规范。请在25页的解决方案中使用文中引用，并在参考文献列表中列出所有使用过的人工智能工具。

无论团队是否选择使用人工智能工具，主要解决方案报告的篇幅仍限制在25页以内。若团队选择使用人工智能工具，需在报告末尾添加一个新的章节，标题为《人工智能使用报告》。该章节无页数限制，不计入25页的解决方案篇幅。

示例（以下示例并非详尽无遗，请根据实际情况进行调整）：

人工智能使用报告

1. OpenAI ChatGPT（2023年11月5日版本，ChatGPT-4）
查询1：<在此处插入输入人工智能工具的准确表述>
输出：<在此处插入人工智能工具的完整输出内容>
2. OpenAI 文心一言（2023年11月5日版本，文心一言4.0）
查询1：<在此处插入后续输入人工智能工具的准确表述>
输出：<在此处插入第二次查询的完整输出内容>
3. Github CoPilot（2024年2月3日版本）
查询1：<在此处插入输入人工智能工具的准确表述>
输出：<在此处插入人工智能工具的完整输出内容>
4. Google Bard（2024年2月2日版本）
查询：<在此处插入查询的准确表述>
输出：<在此处插入人工智能工具的完整输出内容>