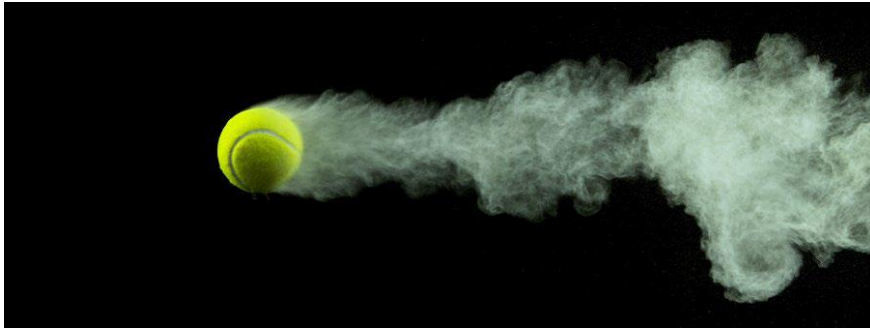


## 2024 年 MCM

### C 题：网球中的动量



在 2023 年温布尔登男子单打决赛中，年仅 20 岁的西班牙新秀卡洛斯·阿尔卡拉斯战胜了 36 岁的诺瓦克·德约科维奇。这是德约科维奇自 2013 年以来在温布尔登的首次失利，也结束了这位大满贯历史上伟大球员的一个非凡纪录。

这场比赛本身是一场引人注目的战斗<sup>[1]</sup>。德约科维奇在第一盘中占据主导地位，以 6-1（赢得 7 局中的 6 局）轻松取胜，使他似乎注定要轻松获胜。然而，第二盘非常紧张，并最终由阿尔卡拉斯在抢七中以 7-6 获胜。第三盘与第一盘完全相反，阿尔卡拉斯轻松以 6-1 获胜。年轻的西班牙人似乎在第四盘开始时完全掌控局面，但不知何故比赛再次改变了走向，德约科维奇完全掌控局面以 6-3 赢得该盘。第五盘开始时，德约科维奇从第四盘带来了优势，但再次发生了走向的变化，阿尔卡拉斯掌握了局势，并以 6-4 获得了胜利。这场比赛的数据包含在提供的数据集“2023-wimbledon-1701”的“match\_id”中。您可以通过使用“set\_no”列等于 1 来查看德约科维奇在第一盘中占优势时的所有分数。通常，被认为是“动量”的原因是在那些看似占优势的选手中，发生了许多分数甚至局面的惊人变化。

“动量”在词典中的一个定义是“通过运动或一系列事件获得的力量或力量”<sup>[2]</sup>。在体育比赛中，一个团队或选手可能会感到他们在比赛/游戏中具有动力或“力量/力量”，但很难测量这种现象。此外，如果存在动量，各种比赛中的事件如何创造或改变动量并不容易明显。

提供了 2023 年温布尔登网球公开赛男子比赛前两轮之后的每个点的数据。您可以自行决定加入其他球员信息或其他数据，但必须完整记录数据来源。使用这些数据：

- 建立一个能够捕捉赛点发生时的比赛流程并将其应用于一个或多个比赛的模型。您的模型应该能够确定在比赛的某个时间哪个选手表现更好，以及他

们的表现更好的程度。基于您的模型提供可视化以展示比赛的流程。**注意：**  
在网球比赛中，发球的选手获胜的概率要高得多。您可能希望以某种方式将这些因素考虑进模型中。

- 一位网球教练对“动量”在比赛中是否起任何作用持怀疑态度。相反，他假设比赛中的局势波动和一个选手连续成功的情况是随机的。使用您的模型/指标来评估这一说法。
- 教练们想知道是否有一些指标可以帮助确定比赛的走势何时会从偏向一方的状态转变为偏向另一方。

1、使用提供的至少一场比赛的数据，建立一个可以预测比赛中这些波动的模型。哪些因素似乎最相关（如果有的话）？

2、鉴于过去比赛中“动量”的差异，您如何建议一名选手在与不同选手的新比赛中进行比赛？

- 在其他一场或多场比赛上测试您开发的模型。您对比赛中波动的预测效果如何？如果模型有时表现不佳，您能否确定可能需要包含在未来模型中的因素？您的模型在其他比赛（如女子比赛）、锦标赛、场地类型以及其他运动（如乒乓球）中的普适性如何？
- 撰写一份不超过 25 页的报告，并附上一份一至两页的备忘录，总结您的研究结果。并向教练提供关于“动量”的作用以及如何准备选手应对影响网球比赛中走势的事件建议。

**您的 PDF 解决方案总页数不超过 25 页，其中应包括：**

- 一页摘要表
- 目录
- 完整的解决方案
- 一至两页备忘录
- 参考文献列表
- 人工智能使用报告（如已使用，则不计入 25 页限制）

**注意：**完整的 MCM 提交没有特定的最低页数要求。您可以使用最多 25 页来

完成所有的解决方案工作和任何您想包括的其他信息（例如：绘图、图表、计算）。我们允许谨慎地使用诸如 ChatGPT 这样的 AI，尽管不必为此问题创建一个解决方案。如果您选择使用生成式 AI，您必须遵循 COMAP 的 AI 使用政策。这将导致您必须在 PDF 解决方案文件的末尾添加额外的 AI 使用报告，并且不计入您解决方案的 25 页总页数限制。

### 提供的文件：

- [Wimbledon\\_featured\\_matches.csv](#) – 2023 年温网男子单打比赛的数据集，包括第二轮之后的比赛。
- [data\\_dictionary.csv](#) – 数据集的描述。
- [data\\_examples](#) – 提供的数据示例，以帮助理解数据。

### 术语表：

大满贯：网球中的大满贯是指在一个日历年内在某个单项比赛中获得四个主要锦标赛的胜利。四个大满贯锦标赛分别是澳大利亚公开赛、法国网球公开赛、温布尔登网球锦标赛和美国网球公开赛，每个锦标赛都持续两周。

### 重要术语/概念解释：

#### —得分规则<sup>[3]</sup>：

- o **比赛**：五局中的最好一局（适用于温布尔登网球公开赛的男子比赛）
- o **决胜局**：局数的集合；6 局为一局，但选手必须以两局的优势获胜直到 6 - 6 打平，此时将进行决胜局比赛（见下文）
- o **对局**：点数的集合；选手达到 4 点即为获胜，但必须以两点优势获胜。两局。见下文“比赛得分”。

#### —比赛得分<sup>[3]</sup>：

- o 0 分 = Love
- o 1 分 = 15
- o 2 分 = 30

- o 3 分 = 40
- o 平分 = All（例如，“30 all”）
- o 40-40 = Deuce（双方选手赢得相同数量的分数，至少各自获得 3 分）
- o 发球方赢得平分局点 = Ad-in（或者称为“advantage in”）
- o 接发球方赢得平分局点 = Ad-out

**一发球：**选手轮流担任“发球方”（即发出每个回合的首次击球者）和“接发球方”。在职业网球中，发球方通常具有很大的优势。每个回合，选手有两次发球机会将球发进比赛区（“service box”）。如果在两次尝试中都未成功将发球发入比赛区，则被称为“双误”，接发球方将获得该分。

- o **破发（Breaking serve）：**当接发球方赢得一个局时。
- o **破发点（Break point）：**如果接发球方在该点获胜，他们将赢得该局。
- o **保发（Holding serve）：**当发球方赢得一个局时。

**一抢七局（Tie-breakers）：**每盘比赛在一名选手赢得 6 局，并且至少领先两局（即 6-4）时结束。如果不满足条件，比赛将继续进行，直到达到 6-6 的平分。此时会进行抢七局。在温网，抢七局先到 7 分（必须以 2 分优势获胜），除了比赛的第五盘，第五盘抢七局先到 10 分（必须以 2 分优势获胜）。

**一休息时间/场地交换：**每当比赛进入第一个局后，选手就需要交换场地。之后，每赢得两个局后也需要进行场地交换。每次交换场地时，可允许 90 秒的休息时间。在抢七局中，每进行 6 个分数后，选手就需要交换场地。每盘比赛结束后，选手需要休息至少 2 分钟。运动员可以申请医疗暂停和一次上厕所的休息时间。

## 参考文献

- [1] Braidwood, J. (2023), Novak Djokovic has created a unique rival – is Wimbledon defeat the beginning of the end, The Independent,  
<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), Tennis scoring, explained: A guide to understanding the rules terms & point system at Wimbledon, The Sporting News,  
<https://www.sportingnews.com/us/tennis/news/tennis-scoring-explained-rules-system-pointterms/7uzp2evdhbd11obdd59p3p1cx>.

数模乐园公众号

## 帮助理解数据集的示例

### 例 1：第 5 行

| Column(s): 列   | Value(s): 值           | Description: 描述   |
|--|-----------------------|---|
| <i>match_id</i>  | "2023-wimbledon-1301" | "1301"中的 3 表示第 3 轮比赛，"01"表示该轮比赛中列出的第一场比赛。                                   |
| <i>elapsed_time</i>  | "0:01:31"             | 比赛的第一个得分开始于比赛开始后 1 分 31 秒发球。  |
| <i>point_no, game_no, set_no</i><br>(“no” is an abbreviation for number) | 4, 1, 1               | 这个发球回合是比赛的第一局、第一盘的第四个得分回合。  |
| <i>p1_sets, p2_sets, p1_games, p2_games</i>                              | 0, 0, 0, 0            | 由于这是比赛的第一局，因此双方球员都尚未赢得任何一局或盘。   |
| <i>p1_score, p2_score</i>  | 15, 30                | 当进行这个得分回合时，比分是 15（选手 1）比 30（选手 2）。因此，选手 1 赢得了之前的一个得分，而选手 2 赢得了两个得分。         |
| <i>server</i>  | 1                     | 在这个得分回合中，选手 1（Alcaraz）在发球。  |
| <i>serve_no</i>  | 1                     | 这个得分回合是在第一次发球时进行的，意味着 Alcaraz 的第一次发球成功进入比赛。                                 |
| <i>point_victor</i>  | 1                     | Alcaraz（选手 1）赢得了这个得分。   |
| <i>p1_points_won, p2_points_won</i>                                      | 2, 2                  | 选手 1（Alcaraz）是这个得分的获胜者，因此他在比赛中的总得分现在为 2（之前为 1）。对于选手 2，由于他输掉了这个得分，他的得分保持为 2。 |
| <i>game_victor, set_victor</i>   | 0, 0                  | Alcaraz 赢得这个得分后，比分是 30-30（每人 2 分），因此在这一得分中，任何一位选手都没有赢得局或盘（都为 0）。            |

|  |                  |  |
|--|------------------|--|
| <b>Columns U – AC</b>  |                  | 让我们确定这个得分是如何赢得的。   |
| <i>p1_winner</i>   | 1                | Alcaraz 通过击出一记“无法触及”的球赢得了这个得分。   |
| <i>p1_ace</i>  | 0                | 这次击球不是发球（因为发球得分为 0）  |
| <i>winner_shot_type</i>  | F                | 这记击球是一记正手（与反手相对）。  |
| <i>p2_net_pt</i>   | 1                | 在比分回合中，选手 2（Jarry）在比赛进行中的某个时刻靠近了网前。  |
| <i>p2_net_pt_won</i>   | 0                | 由于 Alcaraz 赢得了这个得分，因此尽管贾里在比赛进行中在网前，这个值为 0。   |
| <b>Columns AH – AM</b>   | All = 0          | 即使选手 2 赢得了这个得分，比赛也不会结束，所以这个得分不是“破发点”，因此这些值都为 0。  |
| <i>p1_distance_run,</i><br><i>p2_distance_run</i>                  | 51.108, 75.631   | 每位选手在这个得分中跑了多远的距离（以米为单位）。  |
| <i>rally_count</i>   | 13               | 两位选手在这个得分中共击出了多少次球。  |
| <i>speed_mph, serve_width,</i><br><i>serve_depth, return_depth</i> | 130,<br>BW,CTL,D | Alcaraz （发球方）发出了一记速度为 130 英里/小时的发球，将球击向接发球员身体或场地边缘区域（之前我们看到这是一次第一发），球落在界内线附近。<br>Jarry （接发球员）将球回传到场地深处（靠近场地另一端）。 |

## 例 2：第 8-12 行

第一局的最后四个得分阐述了比分平局（"deuce"）和优势（"ad"）的概念。

每一行表示比赛中的下一个时刻。

| Row: 行 | Column(s): 列                         | Value(s): 值 | Description: 描述  |
|--------|--------------------------------------|-------------|--|
| Row 8  | <i>p1_score</i> ,<br><i>p2_score</i> | 40, 40      | 比分是 40-40, 这意味着每位选手之前都赢得了 3 个得分（这也被称为“平局”或“deuce”）。  |
|        | <i>point_victor</i>                  | 1           | Alcaraz 赢得了第 7 个得分（在第 8 行）。  |
| Row 9  | <i>p1_score</i> ,<br><i>p2_score</i> | AD, 40      | 由于 Alcaraz 赢得了前一个得分（第 7 个得分），所以第 8 个得分的比分现在是 Alcaraz 的“AD”，Jarry 的“40”，这意味着 Alcaraz 赢得了另一个得分，并且有可能在下一个得分中赢得比赛。 |
|        | <i>point_victor</i>                  | 2           | Jarry（选手 2）赢得了第 8 个得分（在第 9 行）。   |
| Row 10 | <i>p1_score</i> ,<br><i>p2_score</i> | 40, 40      | 比分回到了 40-40（“平局”），这意味着每位选手之前赢得的得分相同，尽管现在是 4 比 4。   |
|        | <i>point_victor</i>                  | 1           | Alcaraz 赢得了第 9 个得分（在第 10 行）。   |
| Row 11 | <i>p1_score</i> ,<br><i>p2_score</i> | AD, 40      | Alcaraz 再次获得了优势，因为他赢得了第 9 个得分。   |
|        | <i>point_victor</i>                  | 1           | Alcaraz 赢得了第 10 个得分（在第 11 行），这意味着他赢得了比赛（现在比分多出 2 分）。   |
| Row 12 | <i>game_no</i>                       | 2           | 现在是第二局的第一个得分。  |
|        | <i>p1_games</i>                      | 1           | Alcaraz 赢得了第一局。  |



### 例 3：第 51 行

比赛的第 51 个得分说明了“破发点”——非发球方（即接发球方）有机会赢得比赛的得分。

| Row: 行 | Column(s): 列                         | Value(s): 值 | Description: 描述                              |
|--------|--------------------------------------|-------------|--|
| Row 51 | <i>p1_score</i> ,<br><i>p2_score</i> | 40, 30      | 比分是 40-30，意味着一号选手（Alcaraz）领先。                |
|        | <i>server</i>                        | 2           | Jarry（选手 2）在发球。                              |
|        | <i>p1_break_pt</i>                   | 1           | 如果 Alcaraz 赢得这个得分，他将赢得比赛；由于他不是发球方，这是一个“破发点”。 |
|        | <i>point_victor</i>                  | 1           | Alcaraz 赢得了这个得分（因此赢得了比赛）。                    |
|        | <i>p1_break_pt_won</i>               | 1           | Alcaraz 赢得了比赛，并且在这个得分中并不是发球方。                |

数模乐园公众号

## COMAP 竞赛中使用大型语言模型和生成式人工智能工具

这项政策是受到大型语言模型（LLMs）和生成式人工智能辅助技术的兴起所推动的。该政策旨在为团队、导师和评委提供更大的透明度和指导。该政策适用于学生工作的所有方面，包括模型的研究和开发（包括代码创建）以及书面报告。由于这些新兴技术正在迅速发展，COMAP 将根据需要对该政策进行修改和完善。

团队必须对其使用的所有 AI 工具坦诚且公开。团队和其提交的透明度越高，其工作就越有可能被他人充分信任、欣赏和正确使用。这些披露有助于理解知识产权的发展，并正确承认贡献。如果没有对 AI 工具的使用进行明确的引用和参考，那么可疑的段落和工作更有可能被视为抄袭并被取消资格。

解决问题并不需要使用 AI 工具，尽管可以允许其合理地使用。COMAP 承认 LLMs 和生成式 AI 作为提高生产力的工具对团队在准备提交材料时有帮助；例如，在生成初始思路结构或总结、改写和语言润色等方面。模型开发中有许多任务需要人类的创造力和团队合作，而依赖 AI 工具会带来风险。因此，我们建议在使用这些技术进行模型选择和构建、协助代码编写、解释数据和模型结果以及得出科学结论等任务时要谨慎对待。

需要注意的是，LLMs 和生成式 AI 存在局限性，无法取代人类的创造力和批判性思维。COMAP 建议团队要意识到这些风险，如果选择使用 LLMs，需要注意以下几点：

- **客观性：**LLMs 生成的文本中可能会出现之前发表的含有种族主义、性别歧视或其他偏见的内容，并且可能无法充分代表一些重要的观点。
- **准确性：**LLMs 可能会“幻觉”，即生成虚假的内容，尤其是在超出其领域范围或处理复杂或模糊的话题时。它们可能生成在语言上可行但在科学上不可信的内容，可能会得出错误的事实，并且已经证明它们能生成不存在的引用。某些 LLMs 仅在特定日期之前发布的内容上进行训练，因此呈现的是不完整的资料信息。
- **上下文理解：**LLMs 不能将人类理解应用于文本的背景环境，特别是处理惯用表达、讽刺、幽默或隐喻语言时。这可能导致生成的内容中出现错误或误解。

- **训练数据：**LLMs 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，这样的数据可能不容易获取，从而限制了其输出的可用性。

## 参赛团队指南

要求参赛队伍：

1、在报告中清楚说明使用 LLMs 或其他 AI 工具的情况，包括使用了哪个模型以及用途。请使用内联引文和参考文献部分。在您的 25 页解决方案之后，附上“人工智能使用报告”（以下所述）。

2、验证由语言模型生成的内容和任何引用的准确性、有效性和适当性，并纠正任何错误或不一致之处。

3、提供引用和参考文献，遵循提供的指导方针。请仔细检查引用以确保其准确性并正确引用。

4、由于 LLMs 可能会从其他来源复制大量文本，请留意可能存在的抄袭风险。检查原始来源以确保您没有剽窃他人的作品。

当我们确定某些作品很可能使用未公开的工具进行准备时，

COMAP 将采取适当的行动。

## 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。许多样式指南开始纳入 AI 工具的引用和参考政策。请使用内联引文，并在您的 25 页解决方案的参考文献部分列出所有使用的 AI 工具。

无论团队是否选择使用 AI 工具，主要解决方案报告仍限制在 25 页。如果团队选择利用 AI，在报告结束后添加一个名为“人工智能使用报告”的新章节。这个新章节没有页数限制，并且不计入 25 页解决方案的范围之内。

示例（这不是详尽无遗的，根据您的情况进行调整）：

## 人工智能使用报告

### 1、OpenAI ChatGPT（2023 年 11 月 5 日版本，ChatGPT-4）

询问 1：<请输入您在人工智能工具中输入的原话>

输出：<输入人工智能工具的完整输出>

### 2、OpenAI Ernie（2023 年 11 月 5 日版本，Ernie 4.0）

询问 1：<插入随后输入人工智能工具的准确措辞>

输出：<插入第二个查询的完整输出>

### 3、Github CoPilot（2024 年 2 月 3 日版本）

询问 1：<输入您输入人工智能工具的原话>

输出：<输入人工智能工具的完整输出>

### 4、Google Bard（2024 年 2 月 2 日版本）

询问：<输入查询的准确措辞>

输出：<插入人工智能工具的完整输出>

数模乐园公众号