



《JFU 注册会计师简讯》、《JFU 财税简讯》，以及《JFU 数字化工具简讯》，旨在分享我们针对执业过程中所遇问题的思考。免费订阅。如有垂询和评论，欢迎联系 JFU 简讯编辑邮箱，enquiries@ifuconsultants.com

▶ **SUBSCRIBE** JFU Notes

📧 **ENQUIRIES**

🔄 **SHARE** Forward to others

PONDARA 分析：乌克兰冲突中的纳许均衡与风险

来源：JFU

2025 年 3 月 7 日

作者

[傅子刚](#) | 合伙人（税务与风险管理）

[傅仰涛](#) | 合伙人（审计与技术）

PONDARA 是一个由人工智能驱动的风险管理系统，旨在通过改进策略、运营绩效和风险管理来帮助客户实现基于价值的增长。

鉴于乌克兰冲突引起的全球关注，我们分享了一个工作组（WG）的报告，该工作组负责利用上述的系统探索博弈论在冲突中的应用。

工作组的职能

工作组的主要职能是应用非合作博弈论（NCGT）分析乌克兰冲突中主要参与者之间的战略互动。这包括：

1. 识别参与者及其目标：
识别冲突中的主要参与者——乌克兰、俄罗斯、欧盟+英国、美国和中国——及其各自的目标。
2. 建立战略互动模型：
就这些参与者间的战略互动按 NCGT 建模，考虑各方行动、可选策略、潜在结果和收益。

3. 分析纳什均衡：
识别纳什均衡，确定每个参与者的最优策略，即没有参与者可以通过单方面改变其策略来改善其战略利益。
4. 风险识别和缓解：
识别与冲突相关的关键风险，但保留缓解措施。PONDARA 的专利风险评估与管理技术可根据需求向相关参与方及利益相关者提供支持。

提出的目标

根据截至 2025 年 3 月 4 日的信息输入，系统为各参与方（乌克兰、俄罗斯、欧盟+英国、美国和中国）提出了一组目标：

- 乌克兰：恢复主权并尽量减少损失。
- 俄罗斯：确保战略利益。
- 欧盟+英国：支持乌克兰的主权。
- 美国：保持地缘政治影响力。
- 中国：提升外交影响力。

基于纳什均衡的最优策略

以下是基于输入、分析及输出的纳什均衡收益摘要，具体计算过程详见报告后续部分。

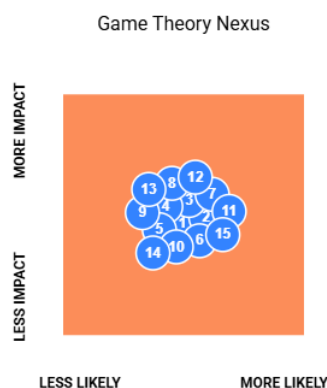
均衡状态	乌克兰 (U)	俄罗斯 (R)	欧盟+英国 (E)	美国 (A)	中国 (C)
1	-2	-1	-1	-1	0
2	1	-1	1	1	0
3	-1	1	1	1	0

根据摘要，乌克兰可考虑采用基于纳什均衡 2 和 3 中识别出的混合策略。俄罗斯可考虑采用纳什均衡 2 和 3 中识别出的相同纯策略。欧盟+英国、美国和中国可考虑采用纳什均衡 2 和 3 中识别出的纯策略或混合策略。具体策略配置详见报告中的详细分析。

纳什均衡 1 应完全避免，因为这意味着冲突将无限期持续，直到至少有一方投降或愿意改变立场。

需要采取行动的风险

系统还返回了以下热力图，显示了 15 个需要立即采取行动的不可接受风险的集中情况。随着缓解措施的有效实施，风险集中模式将发生变化。



1. **持续的平民伤亡：**长期冲突可能导致持续的平民伤亡，加剧人道主义危机和国际谴责。
2. **经济破坏：**持续的战争可能导致严重的经济破坏，损害乌克兰的基础设施、工业及整体经济稳定。
3. **失去国际支持：**随着时间的推移，乌克兰可能会失去来自欧盟和美国等盟友的国际支持，尤其是当冲突拖延且无明确解决方案。
4. **经济制裁与孤立：**持续的侵略可能导致进一步的经济制裁和国际孤立，损害俄罗斯的经济和全球地位。
5. **军事过度扩张：**长期的军事行动可能会使俄罗斯的军事能力过度扩张，导致战略上的脆弱性。
6. **内部政治不稳定：**长期冲突和国际反对可能导致俄罗斯内部政治不稳定和异议。
7. **经济负担：**持续向乌克兰提供军事和财政援助可能使欧盟经济承压，引发公众和政治反对。
8. **政治分裂：**成员国在支持乌克兰问题上的意见分歧可能导致欧盟内部的政治分裂。
9. **升级风险：**冲突中的进一步介入可能会加剧紧张局势，甚至可能将欧盟国家直接卷入与俄罗斯的对抗。
10. **国内反对：**持续介入乌克兰冲突可能导致国内反对，削弱公众对政府政策的支持。
11. **经济影响：**长期参与冲突可能通过增加国防开支和潜在贸易机会的丧失而影响美国经济。

12. **地缘政治紧张**：努力保持影响力可能会加剧与非结盟国家或对手的关系紧张，使国际外交复杂化。
13. **中立性认知**：中国的中立性可能受到质疑，导致俄罗斯和乌克兰双方的不信任，影响外交关系。
14. **经济脆弱性**：中国的经济机会可能因冲突中的制裁或贸易路线中断而受到影响。
15. **外交反弹**：致力于平衡当前的局势可能导致西方国家的外交反弹，影响中国的国际关系

工作过程

以下是工作组的输入内容及 PONDARA 系统分析和输出的总结，供对上述结论推导过程感兴趣的读者参考。

背景信息输入、分析和输出

工作组首先输入了博弈论的详细描述，具体如下：

1. 个人决策和经济环境

博弈论研究个体如何在抽象问题和具体经济环境中做出决策。它探讨了自利的个体和企业 in 市场经济中如何通过同时发生行为而产生结果。

2. 多人互动（MI）和战略相互依赖（SI）

博弈论的核心特征是对多人互动的建模，其中在战略上相互依赖的关系至关重要。在这种环境下，每个参与者的收益（效用或利润）不仅取决于自身行动，还取决于他人的行动。这被称为具有战略相互依赖的多人互动（MSI2）。

3. 非合作博弈论（NCGT）

分析这些互动的主要工具是非合作博弈论（NCGT）。NCGT 关注**即使在没有约束性协议的情况下，自利的参与者如何通过理性行为实现合作。**

4. 关键概念与要素

策略与获胜：参与者致力于制定策略以最大化其自身的收益。

5. 博弈的基本要素

参与者：参与博弈的个体或实体。

规则：行动的先后顺序、参与者的信息以及他们可以采取的行动。

结果：基于参与者采取的行动而可能发生结果。

收益：每个参与者从结果中获得的效用或利润。

6. 扩展形式表示

博弈可以通过博弈树的形式表示，博弈树包含以下内容：

- 谁在何时行动
- 每个参与者可以采取的行动
- 参与者在行动时所掌握的信息
- 行动所产生的结果
- 在每个可能的结果下参与者的收益

7. 博弈示例

- 匹配硬币：一种零和博弈，两名参与者同时放下一枚硬币，收益取决于硬币是否匹配。
- 井字棋：一种顺序博弈，参与者轮流在棋盘上放置 X 或 O，目标是连成三子。
- 定向：一种协调博弈，参与者必须在没有事先沟通的情况下选择一个会面地点。

8. 信息集和完全信息

- 信息集：表示参与者可能被要求行动的各种情况。
- 完全信息：如果每个信息集只包含一个决策节点，则该博弈属于完全信息博弈。否则，它是不完全信息博弈。

9. 随机行动与自然因素

博弈可能包含机会因素，表现为自然的随机行动。

10. 共同知识

博弈论的一个基本假设是所有参与者都知道博弈的结构，并且知道他们的对手知道他们知道它，等等。这被称为共同知识。

11. 数学表示：

除了图形表示外，博弈论还可以用数学语言描述。符号的解释基于企业与员工共同努力实现利润或企业价值增长的背景，这些结果可以正式定义。学习形式（结构和关系）和要素（关键考虑因素）有助于改进决策过程中的思考（做出决策并贯彻执行）。博弈的数学表示可以总结如下：

- $\Gamma_N = [I, \{S_i\}, \{u_i(\cdot)\}]$ 或 $[I, \{\Delta S_i\}, \{u_i(\cdot)\}]$ 和 $S_i(H) \in C(H)$
- Γ_N ：表示一个博弈（例如商业场景），其中包含 I 个参与者，他们通过互动以最大化效用（收益）。
 - I ：博弈中确定的参与者群体。
 - $I = \{I_1, I_2, I_3 \dots I_j\}$ ，或 $\{I_i\}$ ：博弈中确定的参与者群体。
 - I_i ：第 i 个参与者。
 - I_{-i} ：未具体识别的其他参与者，可能是竞争对手或未知玩家。

- I_0 : 自然、环境或不可抗力因素。因此，所有参与者（无论是已知还是未知）与自然共同构成完整的参与者集合，即 $\{I_i, I_{-i}, I_0\}$ 。
- S_i : 参与者 i 以确定性方式采取的策略集合。
- $s_i \in S_i$: 参与者 i 从可用策略中选择一个具体策略（行动方案）。
- ΔS_i : 参与者 i 可能随机化的策略集合，允许混合策略的存在。
- H : 信息集合，表示参与者 i 在决策点所面临的情况， $H \in \{H_i\}$ 。
- $\{H_i\}$: 参与者 i 可用的信息集合， $\{H_i\} \subseteq \mathcal{H}$ ，即所有可用信息。
- $C(H)$: 基于信息集 H 的所有可能行动。
- $S_i(H)$: 参与者 i 根据信息 H 预期采取的策略。
- u_i : 参与者 i 获得的效用或收益，作为有价值的结果。
- $\{u_i(\cdot)\}$: 收益函数的集合，即 $u = \{u_i(\cdot), \dots, u_l(\cdot)\}$ 。
- $u_i(s_i, s_{-i})$: 参与者 i 的价值结果取决于自身和其他所有参与者的行动。
- $u_i(s_i, s_{-i}) > u_i(s'_i, s_{-i})$ 且 $s_i \neq s'_i \Rightarrow$ 表示策略 s_i 优于策略 s'_i 。
- $u_i(s_i, s_{-i}) > u_i(s'_i, s_{-i})$ 对所有 s_{-i} 成立 \Rightarrow 表示 s_i 是严格占优策略，或 s_i 占优 s'_i 。
- $u_i(s'_i, s_{-i}) > u_i(s_i, s_{-i})$ 对所有 s_{-i} 成立 \Rightarrow 表示 s_i 是严格劣势策略，或 s'_i 占优 s_i 。
- $u_i(s'_i, s_{-i}) \geq u_i(s_i, s_{-i})$ 对所有 s_{-i} 成立， $u_i(s'_i, s_{-i}) > u_i(s_i, s_{-i})$ 对部分 s_{-i} 成立 \Rightarrow 表示 s_i 是一个弱劣势策略。
- $u_i(s_i, s_{-i}) \geq u_i(s'_i, s_{-i})$ 对所有 $s'_i \in S_i$ 且对每个参与者 i 成立 \Rightarrow 表示策略组合 $s = (s_1, s_2, \dots, s_l)$ 处于纳什均衡状态。
- 贝叶斯博弈总结为以下形式: $[I, \{S_i\}, \{u_i(\cdot)\}, \Theta, F(\cdot)]$, $u_i(s_i, s_{-i}, \theta_i)$, 其中 $\theta_i \in \Theta_i$, Θ 是一组随机变量, $F(\cdot)$ 是相应的概率分布。

非合作博弈论(NCGT)在乌克兰冲突中的应用

冲突的结构(基于 NCGT)

参与者:

- 乌克兰 (U)
- 俄罗斯 (R)
- 欧盟+英国 (E)
- 美国 (A)
- 中国 (C)

规则与行动顺序:

1. R 认为 U 的地缘政治倾向对其安全构成威胁。
2. R 于 2022 年向 U 派遣部队，战争因此爆发。
3. E 和 A 一直在向 U 提供军事援助，但没有派遣地面部队。
4. E 和 A 对 R 实施了贸易禁运。
5. R 已占领了 U 20% 的领土。
6. C 保持中立，但提供有限的支持。
7. 2024 年 A 重新选举总统后，政府发生了变化。

8. 此后，A 一直在与 R 进行密切谈判。
9. A 正试图说服 U 接受停火。
10. U 只愿意在 A 提供安全保障的情况下接受停火，以实现持久和平。
11. A 和 U 的谈判破裂，A 考虑停止对 U 的援助。
12. E 组建“意愿联盟”，并增加了国防开支。
13. E 宣布继续支持 U，并试图说服 A 加入其对 U 的支持。

各参与者的可选行动

乌克兰 (U):

1. 在 E 和 A 的当前支持水平下继续战斗。
2. 在没有 A 安全保障的情况下接受停火。
3. 寻求其他国际参与者的额外支持。
4. 直接与 R 谈判停火或和平协议。

俄罗斯 (R):

1. 继续冲突并巩固占领的领土。
2. 同意停火并与 U 谈判条款。
3. 通过增加军事行动升级冲突。
4. 撤军并从占领的领土撤退。

欧盟+英国 (E):

1. 继续向 U 提供军事援助。
2. 增加军事介入，可能部署地面部队。
3. 组建联盟，对 R 施加外交和经济压力。
4. 与 R 谈判停火或和平协议。

美国 (A):

1. 继续向 U 提供军事援助。
2. 停止军事援助以迫使 U 接受停火。
3. 加大外交力度以促成和平协议。
4. 加入 E 组成联盟支持 U。

中国 (C):

1. 保持中立和有限支持。
2. 增加对 R 的支持。
3. 在 U 和 R 之间进行调解以促成和平协议。
4. 对 R 施加外交压力，推动冲突降级。

可能的结果和收益

结果 1: 冲突持续。

- U: 持续遭受损失和经济压力，但保持抵抗。
- R: 持续的军事和经济成本，但巩固占领的领土。
- E: 持续的财政和军事支持成本，潜在的政治压力。

- A: 持续的财政和军事支持成本，潜在的政治压力。
- C: 保持中立，影响有限。

结果 2: E 介入 U，限制冲突并达成停火。

- U: 暂时缓解，可能开始重建。
- R: 被迫谈判，可能失去占领的领土。
- E: 增加军事介入，潜在的政治和经济成本。
- A: 可能减少参与，外交成功。
- C: 保持中立，可能发挥外交作用。

结果 3: E 进入 U，R 不满，冲突升级。

- U: 遭受更多损失和破坏。
- R: 军事和经济成本增加，可能引发更广泛的冲突。
- E: 显著的军事和经济成本，潜在的政治反弹。
- A: 增加干预压力，潜在的政治和经济成本。
- C: 增加外交压力，可能介入。

结果 4: R 撤退。

- U: 缓解并可能开始重建，收复领土。
- R: 失去占领的领土，潜在的政治反弹。
- E: 外交成功，减少军事成本。
- A: 外交成功，减少军事成本。
- C: 保持中立，可能发挥外交作用。

结果 5: R 和 U 停火，R 巩固占领的领土。

- U: 失去领土，可能开始重建。
- R: 巩固收益，减少军事成本。
- E: 外交成功，减少军事成本。
- A: 外交成功，减少军事成本。
- C: 保持中立，可能发挥外交作用。

收益总结

结果	乌克兰 (U)	俄罗斯 (R)	欧盟+英国 (E)	美国 (A)	中国 (C)
1	-2	-1	-1	-1	0
2	1	-1	-1	1	0
3	-3	-2	-2	-2	-1
4	2	-2	1	1	0
5	-1	1	1	1	0

纳什均衡分析

纳什均衡是指在其他参与者策略不变的情况下，没有任何一方能够通过单方面改变策略来提高自身收益的状态。以下是乌克兰冲突中的三种纳什均衡及其结果与收益分析。

均衡 1:

- 乌克兰 (U): 在 E 和 A 的当前支持水平下继续战斗。
- 俄罗斯 (R): 继续冲突并巩固占领的领土。
- 欧盟+英国 (E): 继续向 U 提供军事援助。
- 美国 (A): 继续向 U 提供军事援助。
- 中国 (C): 保持中立并提供有限支持。

结果和收益:

- U: -2
- R: -1
- E: -1
- A: -1
- C: 0

均衡 2:

- 乌克兰 (U): 直接与 R 谈判停火或和平协议。
- 俄罗斯 (R): 同意停火并与 U 谈判条件。
- 欧盟+英国 (E): 与 R 谈判停火或和平协议。
- 美国 (A): 加大外交力度以促成和平协议。
- 中国 (C): 在 U 和 R 之间调解, 促成和平协议。

结果和收益:

- U: 1
- R: -1
- E: 1
- A: 1
- C: 0

均衡 3:

- 乌克兰 (U): 在没有 A 安全保障的情况下接受停火。
- 俄罗斯 (R): 同意停火并与 U 谈判条件。
- 欧盟+英国 (E): 与 R 谈判停火或和平协议。
- 美国 (A): 停止军事援助以迫使乌克兰接受停火。
- 中国 (C): 保持中立并提供有限支持。

结果和收益:

- U: -1
- R: 1
- E: 1
- A: 1
- C: 0

纳什均衡收益总结

结果	乌克兰 (U)	俄罗斯 (R)	欧盟+英国 (E)	美国 (A)	中国 (C)
1	-2	-1	-1	-1	0
2	1	-1	1	1	0
3	-1	1	1	1	0