

基于Reddit政治讨论签名网络的社会网络结构研究¹

王宇博²

2025 年 6 月 14 日³

摘要⁴

随着社交媒体的普及，在线讨论平台成为了人们交流政治观点的重要场所。因此，分析这些在线社交平台上用户的互动行为和网络结构，对于理解现代网络中的社会网络结构特点具有重要的意义。本文旨在研究Reddit上政治讨论的签名网络，探讨其社会结构特征及其对用户行为的影响。⁵

首先，基于结构平衡理论，我们对全网三元组进行了符号闭环统计，发现网络中存在大量满足“敌人的敌人是朋友”或“朋友的朋友是朋友”逻辑的三元闭合结构，表明用户关系具有一定程度的结构一致性和认知趋同倾向。然而，仍有部分不平衡三元组构成潜在张力区域，显示网络中存在局部立场模糊或冲突未解的关系张力。⁶

其次，借助签名Louvain算法对网络进行社群划分后，我们发现大部分用户集中于少数规模庞大的对立阵营，其内部正向连边密集，跨社群联系则以负向边主导，呈现出典型的极化分化格局；另外有小部分用户集中在人数较小的群体中，群体人数与群体数量之间的分布符合长尾特征。同时，我们识别出少数横跨社群的“结构洞”用户，他们在多个敌对社群间维持联系，可能在信息传播或冲突激化中发挥关键作用。⁷

最后，我们模拟增加跨社群正向边的干预实验结果显示，适度的正向连通即可显著降低网络模块度，削弱结构极化，提示跨群对话机制对冲突缓解具有结构性价值。⁸

本文的研究结果为理解社交媒体平台上用户行为和群体极化现象提供了新的视角，并为未来的社交网络分析和干预策略设计提供了理论基础。⁹

关键词：Reddit，社交网络分析，群体极化，结构平衡理论¹⁰

1 引言¹¹

近年来，随着社交媒体成为公众获取信息、表达意见和参与政治讨论的重要平台，在线社交网络中群体极化与舆论分化的现象愈加受到学界关注。特别是在如Reddit、Twitter、知乎、微博等平台上，不同政治立场的用户往往围绕热点议题展开激烈辩论，最终演化为彼此隔绝、互相敌视的小群体。¹²

在对于在线社交网络的研究中，网络图模型被广泛应用于分析用户之间的互动关系和信息传播模式，尤其是带符号的图网络模型，能够很好地刻画真实网络结构中用户之间的友好与敌对关系。Reddit作为一个以社区为基础的社交平台，其用户通过评论、投票等方式参与政治讨论，形成了复杂的网络结构。本文旨在通过对Reddit上政治讨论签名网络的分析，探讨其社会结构特征及其对用户行为的影响。¹³

同时，社群划分聚焦于识别网络的子图结构，能够揭示网络中用户的群体划分和社群特征。通过对Reddit数据的社群划分分析，我们可以更深入地理解社交网络情境下用户的互动模式和群体极化现象。¹⁴

本文的主要贡献在于：¹⁵

- 基于Reddit数据，构建了一个带符号的政治讨论签名网络，并对其结构平衡特征进行了分析。¹⁶

- 通过社群划分方法，识别了Reddit上不同政治倾向用户的社群结构及其极化现象。¹
- 探讨了网络结构下用户的群体极化现象，并提出了适度干预策略以缓解社群间的冲突。²

2 相关工作³

2.1 结构平衡理论⁴

结构平衡理论最早由Heider提出，旨在解释个体之间的态度和关系如何影响群体的整体结构。⁵
^[1]该理论认为，个体之间的关系可以用正负符号表示，正符号表示友好关系，负符号表示敌对关系。在一个平衡的关系网络中，个体之间的关系应该满足一定的平衡条件，即“敌人的敌人是朋友，朋友的朋友也是朋友”。这一理论为理解社交网络中的群体行为提供了重要的理论基础。

2.2 社群划分⁶

社群划分是网络分析中的一个重要任务，旨在识别网络中紧密相连的节点群体。通过社群划分，可以揭示用户之间的潜在关系和群体结构，从而更好地理解网络的整体特征。社群划分的方法最早由Girvan和Newman提出，基于边介数的思想，通过逐步移除网络中的边来识别社群结构。Leskovec et al. (2010) 最早使用Louvain算法对大规模社交网络进行社群划分，该算法通过优化模块度来识别网络中的社群结构。近年来，随着社交媒体平台的普及，社群划分方法被广泛应用于分析在线社交网络中的用户行为和群体极化现象。^[2]

2.3 群体极化⁸

群体极化是指在群体讨论中，成员的观点趋向于更加极端化的现象。研究表明，群体极化现象在社交媒体平台上尤为明显，用户往往在同一政治立场的群体中进行讨论，从而导致观点的极端化和分化。群体极化现象不仅影响用户的态度和行为，还可能导致社会分裂和冲突。^[3]因此，理解社交网络中的群体极化现象对于促进社会和谐具有重要意义。

3 研究方法¹⁰

3.1 数据收集¹¹

本研究使用Reddit平台上关于政治板块（politics）的数据。数据收集采用Python编写的爬虫程序，调取API接口，抓取了不同时间段内最火的50个帖子，对于每个帖子展开所有用户评论，获取用户的评论信息。经过信息采集，共收集到约1万条评论数据，包括用户ID、评论内容、时间戳等信息，讨论的内容涵盖ICE移民、枪支管制等热点议题。¹²

下一步，我们对采集到的数据进行预处理，清除无效评论（如广告、垃圾信息等）与重复评论。¹³之后，我们使用情感分析工具（SentimentIntensityAnalyzer）对评论内容进行情感识别，标记每条评论的情感倾向，若情感分数大于0.3则标记为正向评论，若小于-0.3则标记为负向评论，其余则标记为中性评论。

3.2 网络构建¹⁴

在数据预处理完成后，我们将用户评论转化为带符号的网络图模型。每个用户视为一个节点，¹⁵评论中的正向情感连接视为正向边，负向情感连接视为负向边。最终，我们得到一个节点数为876，

边数为14332的带符号网络图。部分网络结构如图1所示。该网络图展示了用户之间的互动关系，其中正向边用绿色表示，负向边用红色表示。

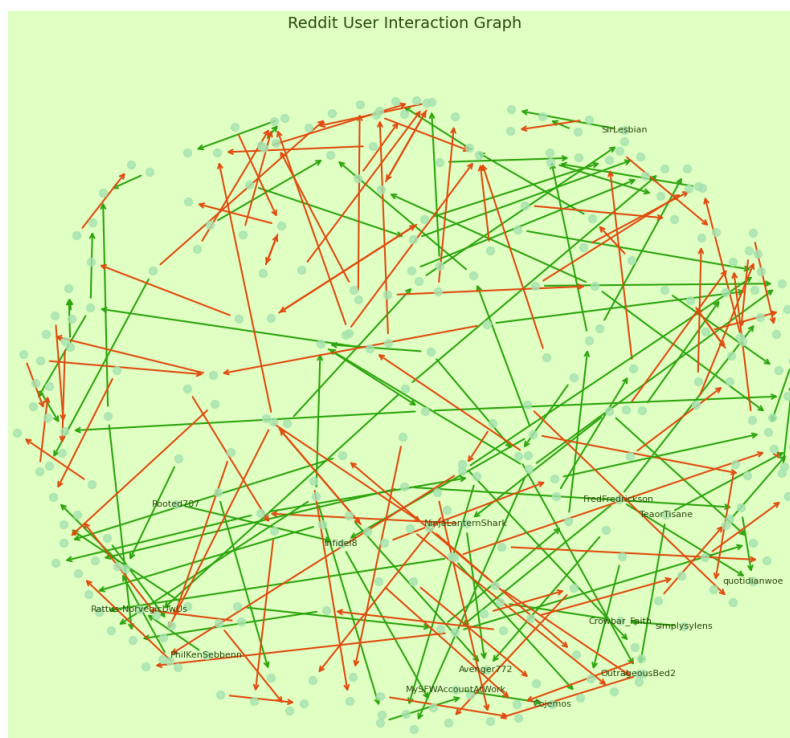


图 1: Reddit政治讨论签名网络结构示例

3.3 结构平衡分析

基于结构平衡理论，我们对网络中的三元组进行符号闭环统计。我们统计了所有可能的三元组组合，并计算其符号闭合情况。对于每个三元组，我们判断其是否满足“敌人的敌人是朋友”或“朋友的朋友是朋友”的条件，并统计满足与不满足这些条件的三元组数量。

3.4 社群划分

为了识别网络中的社群结构，我们使用Leskovec等人提出的Louvain算法对网络进行社群划分。我们分别计算每个节点的正向边和负向边的数量，并计算模块度。之后，我们使用邻域搜索来识别网络中的社群结构。最后，我们得到了一个包含多个社群的网络结构。

3.5 群体极化分析

在社群划分的基础上，我们进一步分析了不同社群之间的群体极化现象。我们将不同社群的用户按照其情感倾向进行分类，并计算每个社群内的正向边和负向边的比例，以及社群间的正向边和负向边的比例。通过这些指标，我们可以评估社群间的极化程度，并分析其对用户行为的影响。

3.6 跨阵营干预实验¹

为了验证跨阵营干预对网络结构的影响，我们设计了一个模拟实验。我们在原有网络基础上，²随机增加一定比例(10%)的跨社群正向边，并观察网络模块度的变化。通过比较干预前后的模块度，我们可以评估跨阵营干预对网络极化的影响。

4 实验结果³

在本节中，我们将展示实验结果，包括结构平衡分析、社群划分结果、群体极化分析以及跨阵营干预实验的结果。⁴

4.1 结构平衡分析结果⁵

通过对网络中的三元组进行符号闭环统计，我们发现网络中共有244631个平衡三角形，而不平衡三角形数量为582，数量远低于平衡三角形。这表明网络中存在大量满足“敌人的敌人是朋友”或“朋友的朋友是朋友”逻辑的三元闭合结构，表明用户关系具有一定程度的结构一致性和认知趋同倾向。然而，仍有部分不平衡三元组，这表明网络中存在局部立场模糊或冲突未解的关系。⁶

4.2 社群划分结果⁷

使用Louvain算法对网络进行社群划分后，我们识别出多个社群。具体的结果如表1所示。该表格只列出了多于4个成员的社群，共有136个社群被划分。可以看出，社群划分结果显示大部分用户集中于少数规模庞大的对立阵营，其内部正向连边密集，跨社群联系则以负向边主导，呈现出典型的极化分化格局；另外有小部分用户集中在人数较小的群体中，群体人数与群体数量之间的分布符合长尾特征。⁸

根据划分出的社群，我们统计了每个社群的正向与负向边密度。结果显示，社群内部的正向边密度普遍较高，而负向边密度则相对较低。这表明社群内部用户之间存在较强的认同感和凝聚力，而跨社群的联系则主要以负向边为主，反映出社群间的对立和冲突。⁹

此外，针对规模较大社群与规模较小的社群，我们统计了它们相互之间敌意流动总数与比例。¹⁰结果显示，小社群针对大社群的敌意流动总和为93，占总流动的比例为13.6%；大社群对小社群的敌意流动总和为64，占总流动的比例为7.5%。这表明小社群在面对大社群时，往往会表现出更强的敌意，而大社群对小社群的敌意则相对较弱。这显示出小社群在网络中更倾向于情感极化，而大社群则相对更为包容。

4.3 结构洞与跨阵营干预实验结果¹¹

在社群划分的基础上，我们进一步识别出少数横跨社群的“结构洞”用户，他们在多个敌对社群间维持联系。这些用户在网络中起到了信息传播和冲突激化的关键作用。通过对这些结构洞用户的分析，我们发现他们往往具有较高的中心性和连通性，能够在不同社群间架起桥梁，促进信息流动。我们通过介数中心性作为指标，在网络中找到了15个结构洞用户，这些用户在多个敌对社群间维持联系，可能在信息传播或冲突激化中发挥关键作用。¹²

对于对立的阵营，我们进行了跨阵营干预实验，以验证加入少量正向节点对于网络极化程度的影响。¹³我们使用模块度作为衡量网络极化程度的指标，模块度越高，表示网络越极化。对于对立的阵营，我们随机加入了10%的正向边，并计算干预前后的模块度变化。实验结果显示，干预后网络

的模块度显著降低(由0.328715降低为0.257899)，表明适度的跨阵营正向连通可以有效缓解网络极化现象。这一结果提示我们，跨群对话机制对于冲突缓解具有结构性价值。

社群ID	节点数量	内部正向边条数	内部负向边条数	正向边密度	负向边密度
604	132	10423	3312	0.1915	0.0002
444	83	2970	533	0.0783	0.0001
435	77	4954	1060	0.1811	0.0003
433	61	3382	788	0.2153	0.0000
484	61	1774	408	0.1115	0.0008
221	50	1346	252	0.1029	0.0012
616	29	707	77	0.0948	0.0025
169	22	445	51	0.1104	0.0000
125	18	182	31	0.1013	0.0033
532	17	87	21	0.0772	0.0074
64	16	188	12	0.0500	0.0042
833	15	303	35	0.1667	0.0095
537	14	152	15	0.0824	0.0055
845	11	77	13	0.1182	0.0000
571	10	74	20	0.2222	0.0000
625	9	227	36	0.5000	0.0000
5	9	186	24	0.3333	0.0139
811	9	66	7	0.0972	0.0000
97	8	104	11	0.1964	0.0179
742	7	177	12	0.2857	0.0000
204	6	27	7	0.2333	0.0000
421	6	31	10	0.3333	0.0333
758	5	17	5	0.2500	0.0500
227	5	123	3	0.1500	0.0000
557	4	92	3	0.2500	0.0000
854	4	27	3	0.2500	0.0833
63	4	33	6	0.5000	0.0000
805	4	20	5	0.4167	0.0000
84	4	19	3	0.2500	0.1667
663	4	32	4	0.3333	0.0833

表 1: 社群划分结果（部分）

5 结论

根据实验的结果，我们成功验证了社会网络的概念在Reddit政治讨论签名网络中的应用。

通过网络结构平衡性的分析，我们了解了对于现代互联网社交网络用户组成的网络，依然遵循着平衡三角形的规律，用户之间的关系具有一定程度的结构一致性和认知趋同倾向。尽管网络中仍存在部分不平衡三元组，但整体上网络结构表现出较强的平衡性。

通过社群划分，我们识别出Reddit上不同政治倾向用户的社群结构及其极化现象。大部分用户集中于少数规模庞大的对立阵营，其内部正向连边密集，跨社群联系则以负向边主导，呈现出典型的极化分化格局。同时，我们也发现用户的群体数量和群体内用户个数之间的分布符合长尾特征。通过对不同规模的用户群体进行分析，我们发现小规模群体往往表现出更强的敌意，更容易形成极化现象。

通过对于结构洞的分析，我们验证了结构洞理论，即在网络中存在少数横跨社群的“结构洞”用户，这些结构洞用户在网络中起到了桥梁的作用，促进了信息的流动和交流。此外，对于对立的阵营进行的跨阵营干预实验结果显示，适度的跨阵营正向连通可以有效缓解网络极化现象。这启发我们可以通过人为促进的跨群对话机制来促进社交网络中的和谐与合作，减少群体间的冲突。

本文的研究结果为理解社交媒体平台上用户行为和群体极化现象提供了新的视角，并为未来的社交网络分析和干预策略设计提供了理论基础。未来的研究可以进一步探索如何通过网络结构的优化来促进社交网络中的和谐与合作，减少群体间的冲突。

参考文献⁴

- [1] Heider, F. (1946). Attitudes and cognitive organization. *Journal of Psychology*, 21(1), 107-112.
- [2] Leskovec, J., Lang, K. J., Mahoney, M. (2010). Empirical comparison of algorithms for network community detection. *Proceedings of the 19th International Conference on World Wide Web*, 631-640.
- [3] Sunstein, C. R. (2009). *Going to extremes: How like minds unite and divide*. Oxford University Press.