

# 复杂网络理论在反恐战争中的应用

许小可<sup>1</sup>, 方锦清<sup>2</sup>

(1. 青岛理工大学通信与电子工程学院, 青岛 266520;

2. 中国原子能科学研究院, 北京 102413)



**摘要:** 复杂网络理论在反恐战争中的应用是目前网络分析中最具争议的研究热点。本文结合《Science》杂志“复杂系统与网络”特刊中的两篇论文, 讨论了目前使用复杂网络方法在研究恐怖主义集团过程中数据收集方法的不足之处, 分析了最新的数据收集手段和其发展方向。同时研究了复杂网络理论只能处理静态网络和易受噪声影响的局限性, 分析了动态网络分析技术的优势, 指出了复杂网络理论对于网络中心战的重要性。最后, 简要评述了复杂网络在反恐战争中应用的现状、意义和缺陷。

**关键词:** 复杂网络; 反恐战争; 动态元网络分析; 网络中心战

中图分类号: N94

文献标识码: A

## Applications of Complex Network Theory in War on Terrorism

XU Xiao-ke<sup>1</sup>, FANG Jin-qing<sup>2</sup>

(1. School of Communication and Electronic Engineering, Qingdao Technological University, Qingdao 266520, China;

2. China Institute of Atomic Energy, Beijing 102413, China)

**Abstract:** Applications of complex network theory in war on terrorism is the most argumentative hot topic for network analysis. According to the two papers of the special issue “complex system and network” in the magazine of Science, we not only discussed the shortcomings of the data collection for studying terrorism groups, but also analyzed the latest method and the development direction for data collecting. We also studied the limit of complex network theory, which can only process the static network and is easily affected by noise, and analyzed the advantage of dynamic network analysis techniques. We also pointed out that complex network theory is very important for the network-centric warfare. At last, we briefly reviewed the current state, significance and shortcoming for the applications of complex network theory in war on terrorism.

**Key words:** complex network; war on terrorism; dynamic meta-network analysis; network-centric warfare

### 1 引言

在《Science》杂志的复杂系统与网络特刊中, 复杂网络在反恐战争中的应用这方面内容引发了社会各界的广泛关注和激烈争论。学者们主要争论两方面内容: 一方面是将复杂网络理论和方法应用到反恐战争究竟有多大效果<sup>[1]</sup>, 另一方面就是获取恐怖主义组织实际数据的过程中是否违反了人道主义原则<sup>[2]</sup>。本文试图结合特刊中的两篇论文, 对复杂网络应用到反恐战争中的数据收集和网络分析方法等重要问题进行了简要分析和评述, 并指出目前研究中面临的挑战和研究意义。

恐怖主义是紧密联系的团体、民族或国家之间由于不能相互理解、相互沟通而采用的一种极端行为, 一般采取绑架、暗杀、爆炸、空中劫持、扣押人质等恐怖手段, 企求实现其政治目标或某项具体要求的主张和行动, 给当今社会造成非常严重的危害。自从美国 911 恐怖事件以后, 反对恐怖主义就成为许多国家的头等大事, 在这一背景下复杂网络理论被应用到反恐战争中, 为查明和消灭恐怖组织的重要头目提供帮助<sup>[3]</sup>。复杂网络理论逐渐成为反恐战争的重要方法和手段, 在 2003 年美国国防部将原来仅包括 911 事件的恐怖分子网络扩大到包括伊拉克和阿富汗“暴乱分子”的网络。同年 10 月, 美国军方开启了一个专门致

力于对付简易爆炸袭击的研究任务，其中的一部分任务就是使用网络方法来分析现有的数据——从装置的种类到其筹资、建造、和部署过程<sup>[1]</sup>。将复杂网络理论应用于反恐战争，仅仅是网络中心战的一个环节，而随着信息技术的发展，复杂网络理论对于军事上的意义也越来越重要。如美国在 2007 年的马里兰州建立了网络科学中心。在 2009 年，美国军事研究实验室又斥资 1.62 亿美元建立了网络科学与技术联盟，让学术、产业和军事研究人员协同为网络中心战服务<sup>[1]</sup>。

## 2 传统数据收集方法的局限性和网络中心战

将复杂网络应用于反恐战争，其理论基础是认为可以将恐怖组织看成一般的项目团队，虽然恐怖组织的目标和宗旨很可怕，但是它们的组织形式和内涵却和普通的团队区别不大，因此可以将针对普通社会组织的研究成果移植到反恐研究中。但显而易见是，进行恐怖战争的团体（或者其他犯罪集团，如贩毒集团、间谍网络等），他们虽然有一般组织的特点，但由于他们都是秘密组织，其组织方式最大的特点就是隐蔽性和非合作性，所以人员和结构的隐蔽性决定了使用复杂网络研究恐怖组织的时候一个重要问题需要解决，就是如何收集到犯罪集团的有用信息。

信息收集的工作具有非常重要的意义。一方面只有收集到恐怖集团的各种信息，才能掌握他们的各项犯罪行为。如果对恐怖网络的信息了如指掌，必要时也可直接将其一网打尽。另一方面收集到足够的信息是搞清楚整个恐怖组织中各个成员的交互关系的基础，只有这样才能建立合适的动态网络来描述恐怖组织，使用各种网络分析方法来研究他们的组织形式。此外，只有在有足够信息的情况下，才能寻找出恐怖组织的特点和规律，掌握其行踪和并预测其可能的藏身之处。比如本拉登，他的罪行大家都很清楚，但是始终无法抓住他的重要原因就是有关他的信息太少了。

目前主要有两种收集信息的途径：一种是被动式的，一种是主动式的。被动式主要是通过收集恐怖组织泄漏出来的各种信息，如恐怖分子或组织一般会将他们的攻击行动制成录像带用以宣传，因此可以使用类似于法医鉴定的方式来提取录像中的信息，剥丝抽茧将里面的人物分成不同的小组，最终确定谁是恐怖组织的核心成员<sup>[1]</sup>。这种方式的好处是收集数据的成本很低，但其局限性也是显而易见的：仅仅通过观看录像，单单从表面现象上去发现成员之间真正的社会关系，这是非常困难的。此外由于恐怖分子和信息收集人员是敌对关系，对象是非合作的，虽然研究人员可以使用录像等信息源来收集恐怖组织信息，而恐怖组织成员也完全可以通过录像资料来刻意隐瞒有用信息或者故意透露出一些虚假消息。

由于被动式收集数据具有如上的局限性，采用主动出击的方式来收集数据就非常重要。一种方式是通过线人和盘问平民百姓来套取信息，这也是学者们认为复杂网络在反恐战争中应用的黑暗面。目前有人怀疑美国军方通过严刑盘问大量平民百姓的方法来获取恐怖组织信息<sup>[2]</sup>。尽管没有可靠的信息证明这种行为是否存在，但这种方法确实非常不人道，所有的研究者都应避免使用这种方法来收集数据，毕竟大量的平民和恐怖活动没有任何关系。同时通过线人和盘问平民百姓来套取信息的方法需要考虑各种社会性因素，如需要了解被盘问人员的情感性倾向，比如他们是否因同情恐怖组织而刻意隐瞒重要信息或者提供虚假信息。

随着科学技术的发展，另一种主动式的数据收集方式就得越来越重要，那就是通过高精尖设备来主动地从恐怖组织那里得到更多信息，实际上这也是下一代战争“网络中心战”的技术基础。收集恐怖主义组织信息的手段（如战斗装备，侦查设备，观察站，侦察队，直升机，飞机，卫星等）将会越来越先进，如可采用无人机等设备大范围的监视可疑地域、在敏感地区不断扫描各类人员，跟踪和识别出恐怖组织人员的时空轨迹；或利用先进的通信器材窃听海量 e-mail 和通话信息，进而进行信息挖掘来寻找恐怖组织的蛛丝马迹。随着科学技术尤其是传感器技术和联网技术的发展，如“物联网”技术的出现，收集恐怖主义组织信息的手段和方式将会越来越多样化，为复杂网络理论应用于反恐战争奠定坚实的信息基础。

## 3 静态网络分析方法的局限性和动态网络分析技术

### 3.1 静态网络分析方法的局限性

在收集到足够的信息以后，下一步的工作就是使用复杂网络理论来建立和分析恐怖组织网络。可以使用度来揭示了节点在网络中的活动强度，使用距离测度来说明了节点接近网络中其他节点以及监视事件发生的能力，介数显现了节点对网络流动性的控制能力。尽管这些经典社会网络方法可以分析出 911 恐怖事

件的核心人员是阿塔，因为他的度、平均距离和介数的得分都最高<sup>[3]</sup>。但复杂网络方法对于反恐战争的作用目前却有很大的争议。如某些学者认为，使用复杂网络来分析数据对于抓住恐怖分子的帮助不大，因为他们认为目前网络分析的基础数学理论不够灵活，传统上网络分析的方法一般是建立在图论基础上的静态分析，而实际的恐怖组织都是随时间变化的动态网络，因此静态网络分析方法对此无能为力。只有在复杂网络分析的方法上有所突破后，复杂网络理论才能在反恐战争中起到更大的作用。

如一个恐怖分子被抓住或者被击毙，在复杂网络中可以认为是一个静态网络攻击问题，尽管网络分析方法对于这种静态攻击问题很有效，它甚至能找到Internet的阿格硫斯之踵（网络中最脆弱的节点或连边，见文献[4]）。但是却很难分析出该恐怖分子被击毙后，其他人代替他的位置后是否会引发整个组织社会联系的变化，更无法研究出这种动态改变对于整个恐怖组织的影响。另外，目前网络分析方法的缺陷是无法排除各种噪声的影响。我们在前面已经提到，恐怖组织数据收集是很困难的并且各种数据来源是不同的，因此构建网络的时候会受到各种噪声的影响，很容易将具有重要影响的链接和没有多少意义的日常社交联系相混淆，最后形成虚假或混乱链接。噪声的存在大大降低了复杂网络分析的功效，如英国情报组织使用网络分析的方法研究了2005年7月7日伦敦地铁爆炸的阴谋者之间的联系网络，却没有找到任何有价值的信息<sup>[1]</sup>。

### 3.2 动态网络分析技术

鉴于目前复杂网络理论只能分析静态网络和易受噪声影响的局限性，开发不受噪声影响的动态网络分析技术就成了非常迫切的要求，这也是反对恐怖主义的新工具。美国卡内基·梅隆大学的Carley教授和西点军校的McCulloh少校提出了分析恐怖组织网络的新方法：动态元数据分析<sup>[1]</sup>。他们的方法包括人物、时间、性质、地点和原因等，将恐怖组织成员的人际关系划分为任务、所受的教育和训练、合作关系、亲朋好友关系及通信方式；将任务划分为侦察、指挥、辅助、安装炸弹和实施爆炸；将执行任务者的可替代性作为一个重要指标；将恐怖组织成员使用的资源划分为资金、车辆、住所、工作间、原材料、仪器、通讯装置及安全保卫。另外他们研制的动态社会网络分析工具可以同时处理数千万人的信息，因此可以做更深入的网络分析工作。

## 4 结论和讨论

综上所述，复杂网络在反恐战争中所起的作用更多的是锦上添花，而不是雪中送炭。虽然目前使用复杂网络来寻找并消灭恐怖分子还是一个非常大的挑战，但将某一个恐怖集团一网打尽以后，通过复杂网络方法可以分析出谁是这个恐怖网络中最重要节点<sup>[3]</sup>。这种工作的意义在于恐怖组织有很多，它们有共同的行为模式，通过复杂网络理论分析方法可以侦测还有哪些人是恐怖主义团伙，进而在他们正式犯罪之前将其破获，起到防患于未然的预防效果。

复杂网络在反恐战争中的应用是目前网络分析中最具有争议的研究热点，经过学术、产业和军事研究人员等不同领域科学学者的共同努力，该领域已经取得了一些研究成果，但目前还有很多的问题需要解决。相关的研究者需直面挑战，在不断应对挑战中，产生灵感，创造新方法，推动研究进展。相关的研究不但有利于抓住恐怖分子，也有利于发展复杂网络理论在其他领域的应用。如恐怖组织对于研究者而言都是非合作的，相关数据收集的手段可以帮助我们在不打扰研究对象的同时来研究一般社会团体（如公司组织或者科研团队等）的组织规律。另外，复杂网络理论的发展也为反恐战争提供了更多更好的工具，如近期具有异质边（不同类型的边）的动态网络研究方法有所突破<sup>[5]</sup>，它可将恐怖组织的各种信息整合起来分析，也是网络中心战不可或缺的分析工具。

同时我们还需认识到复杂网络应用于反恐战争的局限性。首先，当某一恐怖活动有可能发生时，最直接最有效的做法就是找到恐怖分子、抓到他们；而使用复杂网络对其进行分析和研究仅仅是间接的手段，甚至有可能出现一个困境：已经得到的有用信息，根本没有必要使用复杂网络进行研究；而得不到的信息，使用复杂网络进行信息挖掘也无法发现。其次，任何恐怖主义活动和行为都有其社会性的基础，复杂网络方法仅仅是一种技术手段，只要恐怖组织存在的土壤还在，恐怖组织就会随着网络分析技术的发展而不断调整自身策略，从而对以复杂网络理论为基础的各种方法产生“抗药性”。

参考文献:

- [1] Bohannon J, Counterterrorism's new tool: 'metanetwork' analysis [J]. *Science*, 325:409-411, 2009.
- [2] Bohannon J, Investigating networks: the dark side [J]. *Science*, 325:410-411, 2009.
- [3] Krebs V, Mapping networks of terrorist cells [J]. *Connections*, 24:43-52, 2001.
- [4] Albert R, Jeong H, Barabasi A L, Error and attack tolerance of complex networks [J]. *Nature*, 406, 378-482, 2000.
- [5] Mucha P J, Richardson T, Macon K, Porter M A, Onnela J P, Community structure in time-dependent, multiscale, and multiplex networks [J]. *Science*, 328, 876-878, 2010.