

武装无人机与战争变迁： 以社会-技术系统为视角^{*}

刘树才

【内容提要】进入21世纪以来，武装无人机成为新军事技术的象征，理解其军事和战略影响成为重要的课题。在既有的讨论中，支持者沿着功能本位论证无人机让战争变成了精确的外科手术，质疑者从价值本位批评它将战争变成了暗杀。两派在争论中各执一端，但都共享了将无人机器物化和静止化的预设。这些技术预设限制了我们对无人机变革与战争关系的思考，为此，引入技术社会学的“社会-技术系统”的概念。该概念认为技术不是静止的，一直处在变革中，技术变革不是器物的变革，是与器物相关的系统变革，是技术与社会的共同演化。以此观之，无人机不是单独的器物，而是一个与社会无缝连接的系统，其演化的动力是技术利基、客观环境和社会制度三者相互作用，它经历了诞生、发展和制度化三个阶段。当前，无人机系统正处在制度化阶段，它与既有制度在资源分配、独立建制和价值观念上存在冲突和融合。如果没有技术突破和战略环境的剧变，这种冲突和融合将会长时间存在，这决定了当前无人机战争的含混性和复杂性。社会-技术系统的视角有利于思考技术变革和战争变迁的复杂性，并为应对未来的无人机战争提供新的思路和研究方向。

【关键词】技术变革；无人机；战争变迁；社会-技术系统；无人机战争

【作者简介】刘树才，复旦大学国际问题研究院博士后研究员，博士（上海 邮编：200243）。

【DOI】10.14093/j.cnki.cn10-1132/d.2018.02.004

【中图分类号】D815.5 **【文献标识码】**A **【文章编号】**2095-574X（2018）02-0072-19

* 本文为笔者所主持的2017年上海哲学社会科学基金项目“当代西方军事革命争论的思想史考察（1990-2016）”（项目编号：2017BZX007）和中国博士后科学基金第57批面上一等资助项目“历史社会学视域下的无人机战争研究”（项目编号：2015M570314）的阶段性成果。笔者感谢《国际安全研究》编辑部及匿名审稿专家提出的修改意见，文责自负。

最近十多年来，“捕食者”“收割者”“彩虹-5”“神经元”等名称广泛见诸各大国的战略规划、公共政策和公共讨论当中。它们是中高远程军用无人机（以下简称“无人机”），可以搜集情报、识别与监控目标、精确打击时敏目标，^① 具有成本低、效率高、克服时空限制、减少人员伤亡等优势。无人机的战术优势让其获得了战略地位，各兵种、国防部和各国都加大对无人机的研发和采购上的投入，并制定相关的发展战略规划。从单兵作战、费用高昂、察打一体的中高远程无人机到可折叠随身携带的蜂鸟式的无人机，无人机已经进入了军事的各个层面和领域。迅速崛起的无人机成为各大国实施国家战略的重要手段。例如，今天美国的“第三次抵消战略”，其核心是通过技术优势拖垮竞争对手，而无人机就是其重要技术优势之一。可以说，无人机是当代军事变革的重要内容，是新军事技术的象征。

然而，人们在评估无人机技术的“重要性”时出现了分歧，并出现了截然对立的两大阵营。^② 支持者从以下两个角度提供论证：其一，从成本-收益的角度评估，与派驻地面部队相比，无人机的精确打击人力成本和经济成本低、效率高，并不会危害既有的规范和伦理；^③ 其二，从军事技术革命的角度论证，无人机是一种颠覆性的技术，是不可阻挡的趋势，将“引领空中机器人的新革命”，^④ “影响和改变着世界新军事变革的模式和进程”，^⑤ 各国需要追赶技术潮流。支持者主要从功能的角度展开论证，而批评者首先质疑功能的有效性，进而从价值规范和意义的角度对其诘难：无人机让战争变成了“猎杀”，它带来关联性伤害，激发当地民众的反美情绪，无人机冲击了军人多年来的价值观，破坏了当代国际社会的主权原则，挑战了正义战争理论。甚至在政治实践中，过度使用无人机会提升总统的行政权，立法权和司法权被削弱，将战争与和平的边界模糊化，民主政治有落入军国主义陷阱

^① 时敏目标打击体系建模与评估方法研究，时敏目标（Time Sensitive Target，简称 TST）指战场上随机出现、打击机会受时间窗口严格限制、打击须获上级决策者授权的高价值目标。

^② 关于这场辩论的概况可参见 James Deshaw Rae, ed., *Analyzing the Drone Debates: Targeted Killing, Remote Warfare, and Military Technology*, New York: Palgrave Macmillan, 2014; Bradley Jay Strawer, et al., *Opposing Perspective on the Drone Debate*, New York: Palgrave Macmillan, 2014.

^③ 奥巴马政府的前新闻发言人詹姆斯·卡尼（James Carney）认为无人机攻击是“合法的、符合伦理，是聪明的，操作员可以实施致命性行动，而无任何生命风险”，参见 Mary Bruce, “Drone Strikes on US Terror Suspects ‘Legal,’ ‘Ethical,’ ‘Wise,’ White House Says,” ABC News, February 5, 2013。

^④ 宇辰网：《无人机：引领空中机器人新革命》，北京：机械工业出版社 2017 年版，第 vi 页。

^⑤ 魏瑞轩、李学仁：《先进无人机系统与作战运用》，北京：国防工业出版社 2014 年版，第 iii 页。

的风险。^①

“精确打击”与“暗杀”的争论有利于廓清无人机的重要性和多面性，但双方将争论简化为“功能”与“价值”立场之争，把无人机脸谱化，离现实越来越远。其中，狭隘的技术预设限制了论辩双方的视野。为了更好地理解无人机变革与战争变迁的关系，需要反思双方共享的技术预设。故此，文章第一部分以技术预设为线索，分析既有的无人机争论及其技术预设，即器物化和本质化，指出双方忽略“技术是一个嵌入在社会之中的演化的系统”。第二部分引入技术社会学的“社会-技术系统”的概念，分析作为技术系统的无人机的变革是系统变革，是技术与社会的共同演化。根据这个概念性框架，文章的第三部分以美国的无人机发展为例，具体展现不同阶段中技术、社会与战争的复杂互动，并指出当下无人机演化的优势和困境。结论部分重申文章的核心议题和论证思路，强调社会-技术系统的视角有助于理解现实中的无人机问题和建构具有普遍意义的理论。

一 “功能本位”与“价值本位”的对立：争论中的无人机

无人机已有近百年的历史，但它成为安全领域的热门话题只有不到十年的时间。无人机变成热点，是其技术性能的提升和战略环境的变化共同作用的产物。海湾战争之前，它扮演过航拍、作为防空演练的靶机等多种功能性的角色。准确地说，这时的无人机是战场上的边缘者，它只局限在少数技术专家之中，没有进入公众的视野。虽然无人机在古巴导弹危机和越南战争中承担了重要的侦察任务，但无人机只是应急性的，在冷战的环境下，占据主导地位的是弹道导弹和核武器，无人机只是辅助者，一直到海湾战争，无人机只是扮演着情报和电子干扰的任务，从未实施过军事打击。武装无人机的真正出现，源自它装上了地狱火导弹，其真正的战场是美国在九一一事件之后的全球反恐战争，这种追捕、清除恐怖组织头目的精确打击（precision strike）行动，在布什政府晚期演化成签字袭击（signature strike），并在奥巴马政府任内袭击的数量急速增长，其空间范围既包括处于战争中的阿富汗和伊拉克，还包括非交战国的巴基斯坦部落地区、也门和索马里等。最初实施精确打击的有美国中央情报局（CIA）和国防部（DOD），中央情报局援引《战争和国防法》负责非交战地区，采取秘密行动，而国防部负责交战区，其依据是《武装力量法》，

^① 这一类观点的综述参见 Grégoire Chamayou, *Théorie du drone*, Paris: La fabrique éditions, 2013; John Kaag and Sarah Kreps, *Drone Warfare*, Cambridge: Polity press, 2014.

其行动需要公开化和透明化。之后，美国中央情报局的指挥权被移交到国防部，之后又移交美国联合特种作战司令部（JSOC）。^① “捕食者”和“收割者”无人机成为美国反恐袭击的日常工具，随着反恐规模的扩大，无人机随之进入了公众讨论的视野。政府官员、无人机操作员、战略学家、非政府组织、国际法学家和伦理学家围绕无人机袭击的性质及其影响展开了讨论。

目前，已经有西方学者对无人机争论做出了解读。例如布拉德利·斯特罗泽（Bradley Jay Strawser）主编的《无人机争论中的对立性观点》一书，记录了不同学者对无人机攻击是否合理、合法的论证过程。他认为无人机在反恐战争的现实中是“合乎道德的武器”，^②而批评者则质疑定点清除将战争变成了没有妥协、投降和胜利的“无风险的总体战”，^③是美国维系自身霸权的“帝国式的边界控制”。^④马罗夫·哈西安（Marouf Hasian）以无人机的话语修辞为中心，分析与无人机相关的行为体（如布什政府、奥巴马政府、无人机操作员、巴基斯坦民众等）为其辩护和批判的策略。^⑤罗莎·布鲁克斯（Rosa Brooks）分析了当前对无人机认知的三种形象：妖魔化、光荣化和合法化，并主张将定点清除放置在法律之下，让其更加透明和均衡。^⑥詹姆斯·德肖·雷（James Deshaw Rae）从国家安全、国际法、伦理和公共政策四个维度讨论了与无人机作战相关的效率、精确性、关联性伤害、正义战争、签字攻击、人机关系等多个议题。^⑦这些讨论有助于初学者对该领域有一个概览性的认知，为无人机的深入研究提供了初步的路线图，但这些研究只关注无人机作战的性质，很少讨论无人机自身。人们对无人机的认知存在两种主导性印象：一是无人机是被动的、外在于政治的工具，只能改变政治的形态，无法改变政治的

^① 参见 John Kaag and Sarah Kreps, *Drone Warfare*, chapter 2.

^② Bradley Jay Strawser, et al., *Opposing Perspectives on the Drone Debate*, New York: Palgrave Macmillan, 2014, p. 18.

^③ Bradley Jay Strawser, et al., *Opposing Perspectives on the Drone Debate*, New York: Palgrave Macmillan, 2014, p. 29.

^④ Bradley Jay Strawser, et al., *Opposing Perspectives on the Drone Debate*, New York: Palgrave Macmillan, 2014, p. 35.

^⑤ Marouf Hasian, *Drone Warfare and Lawfare in A Post-Heroic Age*, Alabama: the University of Alabama Press, 2016.

^⑥ Rosa Brooks, “Drones and Cognitive Dissonance,” in Peter Bergen and Daniel Rothenberg eds., *Drone Wars: Transforming Conflict, Law, and Policy*, Cambridge: Cambridge University Press, 2014, pp. 230-252.

^⑦ James Deshaw Rae, ed., *Analyzing the Drone Debates: Targeted Killing, Remote Warfare, and Military Technology*, New York: Palgrave Macmillan, 2014.

本质；二是无人机是游戏的改变者和颠覆者，将带来战争革命。要理解演进中的无人机对战争变迁的影响，我们需要反思既有的技术预设，并重新思考“无人机是什么”。本文以此为线索，以无人机研究的代表性成果为素材，剖析当前研究中的无人机预设。依照对无人机态度的差异，将研究文献分为支持者和反对者两类。

无人机袭击的支持者为其辩护时，首先，从合理与合法的角度展开。他们认为无人机的定点清除是合法的，其论证过程中常常使用“肿瘤”和“绑架”的隐喻。恐怖分子就像挟持人质的犯罪分子，威胁着人质的安全，无人机作为精确打击的武器，可以射杀绑匪，拯救人质的安全；恐怖主义就像肿瘤一样存在，其扩散危害着整个有机体的安全，而无人机就是切除这个肿瘤的手术刀。从成本—收益来看，无人机可以执行枯燥、危险和肮脏的任务，它可以克服飞行员的生理极限，进行长时间的侦察和攻击，可有效区分平民和袭击目标，减少关联性伤害，比派驻地面部队更加经济高效，无人机攻击是高效的“外科手术式”的战争。这种隐喻为无人机袭击辩护，在这套预设下，无人机是中性的工具，用定点清除这种技术性的方案来解决复杂的恐怖主义问题。

其次，用历史发展趋势为无人机辩护。支持者相信无人机的崛起是历史发展的必然潮流，他们试图未雨绸缪，尝试抓住机遇，积极推动和顺应军事改革的完成，立于时代潮流的前列。无人机成为战争的主角是大势所趋，例如国防大学装备部的仲晶认为无人机将是未来战场上的新主角。因为它符合零伤亡的原则，环境适应性强、灵活、效用比高。无人机集信息侦查监视、情报传输和火力打击等于一身，是“空中的眼睛”“精明的指路人”“凶猛的捕食者”“狡猾的诱饵”和“难得的多面手”，将是信息时代战争的主角。^①在此模式下，乐观派认为无人机在反恐战争中的效果让其站稳脚跟，并进入高速发展的轨道，它的未来主要围绕着“什么样的技术”“在哪里使用”和“为什么使用”而展开。谨慎乐观派对无人机在战争中扮演的角色持谨慎态度。彼得·辛格（Peter Singer）发现无人机带来的某些悖论：人类通过无人机创造出很多变化，这些变化也在改变着人类。^②军人远离战场使开战变得容易了，战争的过程却更加复杂；无人机会减少伤亡，但与此同时，它也降低了杀戮的道德和心理屏障。

可以看到，支持者在某种意义上是技术工具论者，他们将技术视为理性、客观、

^① 仲晶：《无人机：未来战场上的“新主角”》，载《中国社会科学报》2013年4月3日，B02版。

^② [美] 彼得·辛格：《机器人战争》，逯璐、周亚楠译，武汉：华中科技大学出版社2016年版，第199页。

中立之物，不承载任何价值，进而他们将无人机视为是一件高效的工具。他们认为无人机作为武器可以实现精确区分平民和士兵，实施精确打击，减少关联性伤害，降低战争成本。无人机引发的问题只是技术问题，问题源自信息还不够多，信息处理和区分技术还不到位，数据处理算法还不够精确。这里需要追问，无人机引发的难题，仅仅是技术问题吗？我们知道技术功能的实现不是在图纸上，而是在技术嵌入的具体社会之中。

相对而言，批评者则坚持价值本位，讨论无人机对既有安全规范和价值的侵蚀。国际法学家和左翼批判学者多持“暗杀范式”，认为无人机把“战争”改造成了“暗杀”。法学家和伦理学家大多将无人机看成是一个“规则的破坏者”，挑战了现有的国际法或者军事伦理。例如，军事专家朱启超认为滥用无人机会在恐怖分子识别中出现误差误伤平民，杀戮距离的延伸带来了人性的漠然，程序正义的丧失会引发舆论争议。^① 国际法学者朱路认为无人机在实际中会挑战国际人道法的比例原则和人道原则，破坏国际人道法的法律效力。^② 国际关系学者钱铖和石斌则认为无人机攻击挑战了开战正义和交战正义，无人机时代的伦理规范仍然有待完善。^③ 这里存在一个问题，即伦理学范式主要是扮演着“解构”的角色，质疑无人机对既有规范的挑战，但他们并没有提出建设性的规则和方案来限制无人机对规则的破坏。

左翼批判学者提出的问题不是它对法律和伦理规范的挑战，他们问的是“谁的无人机”。例如普利策奖获得者马克·马泽蒂（Mark Mazzetti）在《美利坚刀锋》一书中认为美国中央情报局（CIA）是无人机的最大受益者，CIA 变成了军事-情报复合体，战争变成了低成本的暗杀，政府的情报工作也走向了私有化，无人机打破了 CIA 与国防部间的分工和平衡。^④ 批判地理学家德里克·格雷戈里（Derek Gregory）从物理空间、法律空间和观念空间三个层面分析了无人机改变了政治运作的空间前提，进而改变政治的形态。物理空间上无人机让战争开始变得无处不在，法律空间上它挑战了既有民族国家及其主权，观念空间上“敌人”被虚拟化、非人化了。^⑤ 约

^① 朱启超：《滥用无人机反恐后果严重》，载《科技日报》2013年9月24日，第12版。

^② 朱路：《无人机攻击问题的国际人道法研究》，载《南京理工大学学报》2013年第6期，第41-98页。

^③ 钱铖、石斌：《“雄蜂”的阴影——美国无人机作战对当代战争伦理的挑战》，载《世界经济与政治》2013年第8期，第86页。

^④ [美]马克·马泽蒂：《美利坚刀锋》，王祖宁、王凌凌译，北京：新世界出版社 2014 年版。

^⑤ Derek Gregory, “War and Peace,” *Transactions of the Institute of British Geographer*, Vol. 35 No. 2 (April 2010), pp. 154-186.

翰·凯格（John Kaag）和萨拉·克雷皮（Sarah Krep）则从民主政治、国际法和伦理三个维度分析无人机战争带来的机遇和挑战。^① 休·古斯特森（Hugh Gusterson）主要分析了作为新技术和新经验的无人机与旧的术语之间的紧张。^② 安·罗杰斯（Ann Rogers）的研究扩展了对无人机的理解，他受加拿大媒介学家麦克卢汉的影响，认为无人机不只是媒介，它存在偏向性，会改造技术所处的社会生态和环境。^③ 马丁·杰夫（Martin Geoff）和埃琳·斯托特（Erin Stouter）认为无人机启动了美国的各个层面，战争从有限战争变成了无限战争，国会对袭击采取默认的政策、总统选择短期手段、放弃了中长期手段，智库放弃了非政府战争，军工复合体、情报共同体的支持、非政府组织的反抗较弱，这些都让美国整个国家无人机化了。^④ 斯托特的视角主要局限在国内政治领域，而政治地理学家伊恩·肖（Ian Shaw）的视角更为宽广，他把无人机看成是权力之物，从其性能上推进时空压缩和全球支配的视角讨论了无人机的袭击让国家暴力无人机化，国际政治的模式也从地缘政治的模式转向了治理人口的生命政治，无人机让美国的治理模式从人口密集型变为信息密集型，美国变成了用无人机进行全频支配的“捕食者”帝国。法国哲学家格雷戈里·沙马尤（Grégoire Chamayou）从哲学的视角讨论无人机与侦察、监控、追踪和猎杀的杀戮链，并分析这个工具如何改变了人与工具、与敌人、与军人身份认同、与心理创伤、与远距离杀戮之间的关系，讨论了辩护者和批评者在准确性、人道性和准确性上出现的分歧，从更深远意义上，无人机攻击模糊了战争与和平的界线，挑战了现代政治的基础：主权理论，让民主的三权分立出现失衡，甚至出现了政治自动化的倾向。^⑤

可以说，批判者们是技术实体论者。他们坚持无人机不是中立的，它承载价值，并冲击和破坏着既有的制度、规范和问题。他们看到新技术带来的退化和堕落，技术让面对面的战争变成了遥控杀戮、电子游戏、暗杀和全频支配。批判者的问题是他们看到了技术带来的影响，却容易将技术本质化，忽略了技术自身的含混性和模糊性，忽略了技术演化过程中不确定性以及行为体在其中扮演的角色和地位。

综上所述，“外科手术”的隐喻，用效率的逻辑展开论证，从成本和收益的

① John Kaag and Sarah Kreps, *Drone Warfare*, Cambridge: Polity press, 2014.

② Hugh Gusterson, *Drone: Remote Control Warfare*. Cambridge: MIT Press, 2016.

③ Ann Rogers and John Hill, *Unmanned: Drone Warfare and Global Security*, Toronto: Between the Lines, 2014.

④ Martin Geoff and Erin Steuter, *Drone Nation: The Political Economy of America's New Way of War*, Lanham: Lexington Books, 2016.

⑤ Grégoire Chamayou, *Théorie Du Drone*, Paris: La fabrique éditions, 2013.

角度讨论无人机的风险和收益。支持者承认无人机会带来误伤平民等关联性伤害，但他们认为这种弊端与无人机无关，与操作者有关。“暗杀”这种隐喻，与“外科手术”的隐喻相似。首先，它坚持“正义”，不否认无人机的高效性，质疑的是无人机对正义的挑战，无人机在为不公正服务，帮助少数人（国家或阶层）压制和支配多数人（国家或阶层）。其次，“暗杀”的隐喻强调的是技术存在失控的风险，“外科手术”的隐喻隐含着技术是可控的、可靠的信念。无人机支持者和批评者的争论是关于技术决定论与技术工具论争执的回响，但双方的冲突性使争论陷入了彼此简单化和极端化的境地。支持者强调技术是中性的工具，只是从功能的角度去论证，忽略了其功能的发挥离不开社会环境，而批评者从价值的角度对无人机进行伦理指责，无法提供建设性的建议。要改变这场辩论的方向，我们需要反思功能本位，进入器物的内部，分析现实实践中器物功能的发挥需要怎样的机制和条件，同时将人、器物和社会连接起来，发现器物与社会的深层互动规律。

二 无人机：演化的社会-技术系统

要理解无人机变革对战争的影响，难点在于理解无人机变革。我们批评功能化和本质化的论述离无人机和现实越来越远，如果转向现实又会陷入各种冲突的经验性描述之中。面对抽象和具体的矛盾，我们选择了中观理论，它介于直接的功能性描述和一般化的抽象之间，在经验和概念之间建构某些分析性的概念工具。这些分析性概念并不一定与现实相符，但有助于把握变化的现实，荷兰技术社会学家弗兰克·吉尔斯（Frank Geels）提出的社会-技术系统就是这种分析性的概念。

社会-技术系统尝试在理解技术变革问题找出一条新路。既有的讨论技术变革的文献主要有三类：其一，关注技术演化的过程，讨论的是渐变；其二，关注某项新技术迅速取代旧技术，讨论的是激进变革；其三，关注引发产业和社会革命的技术革命。吉尔斯认为技术变革中还有一种变革被忽视了，那就是系统性变革。所谓系统性变革是“从一种技术系统转换到另一种技术系统”。^①例如汽车代替马车的历史，不是汽车的发明史，也不是新工具汽车代替旧工具马车的线性更迭史，而是以汽车为标志的运输系统代替了马车系统的过程。这个过程异常丰富，随着汽车的

^① Frank Geels, “Co-Evolution of Technology and Society: The Transition in Water Supply and Personal Hygiene in the Netherlands (1850–1930) ,” *Technology in Society*, Vol. 27, No. 3 (August 2005), p. 364.

发展，与之相关的一系列配套措施，如生产、道路、维修、石油等新事物随之出现。这种系统变革是宏观和长时段的变革，是技术与社会的共同演化。简言之，吉尔斯是用系统的视角进行技术与社会的互动和变革，技术和社会都不是孤立的器物，是将各种相关器物连接起来的系统。

用系统的视角理解技术，源自技术史家托马斯·休斯（Thomas Hughes）的研究。二战后建立的各种防空系统和弹道导弹系统以及电网、铁路网、煤气管道网等大型基础设施，它们一起构成了复杂的技术系统，成为维持现代社会的正常运转的必要条件。大型系统的形成和运转是一个复杂过程，都需要系统的方法。据此，休斯认为技术不是单个的器物，运转和功能实现离不开现实情境中的其他要素，它用无缝之网来形容技术系统运行中器物、组织（制造商、投资者、供应商、研发机构）、法律规范等融合起来保证系统的运转。在系统的运转中，各种异质性的元素连接起来，技术与社会实现了无缝连接。^① 因此，技术是变革的起点，是系统的纽带，它自身无法单独决定社会的演变。

这导引出一个结论，即技术变革是技术与社会的共同演化。在此基础之上，吉尔斯进一步发现社会-技术系统存在六类社会群体：大学和研究所等研发者、政策制定者、使用者、生产者、市场、社会性的团体和媒介。这六类群体都有一定的自主性，彼此间存在互动，影响技术系统的变革过程中不断调试和融合，推动或阻碍着技术的兴起、发展、成熟或衰落。反过来，技术的成长推动或吸引这些相关行为体或制度促进变革。因此技术与社会的关系，不是单向的技术决定论或社会决定论。技术即使有颠覆性的能力，但各社会团体会影响和限制技术最终效应的展现；社会无法单独决定技术的演进，承载价值的技术会改变行为体之间的关系，形成新的规范，最终影响和改造社会。共同演化的视角有利于我们把技术与社会关系的探讨放置到长时段的技术演化周期中来，在具体语境中分析技术诞生、成长、成熟、衰落中两者的互动。

技术系统的变革和扩散在多个维度展开，包括微观层面的利基（niche）、^② 中观层面的制度和宏观层面的物质景观。这三个层面既不平行，也不平等，它们相互

^① Thomas Hughes, “The Evolution of Large Technological Systems,” in Wiebe E. Bijker, Thomas P. Hughes and Trevor Pinch, eds., *The Social Construction of Technological Systems, New Directions in the Sociology and History of Technology*, Cambridge: The MIT Press, 2012, p. 45.

^② 利基是生态学中的一个概念，原意是“小的神龛”，处在生态系统中的物种可以借助自身的比较优势在夹缝赢得生存空间。本文的技术利基指的是无人机凭借功能上的优势在变革的军事环境中寻求和扩展生存空间。

纠缠，存在等级性，是“层叠式的等级性（nested hierarchy），制度会嵌入景观，利基在制度内”。^① 外部景观的压力和既有制度的漏洞会为技术变革提供机遇和市场，它们会催生出众多变革的种子，并影响种子能否生长和在哪里生长。技术通过连接更多的要素，壮大自身，并影响与之相关的社会群体，争取它们的支持。随着技术的壮大，加上外部景观的压力，处于动态稳定的社会制度也会发生松动，这是技术变革的机遇期。技术抓住机遇获得制度的政策支持，实现技术的制度化，并逐渐成熟，最终结构化为固定的社会景观。这样一个成功的系统变革需要多个行为体的参与，并关涉多种要素。因此，技术系统的演化很难找到单一的线性的因果，其发展是系统内外多种要素的互动的结果，系统中的循环因果和偶然性都可能改变技术变革的方向，让技术变革的未来充满了不确定性和不可预知性。

吉尔斯曾经以荷兰城市自来水系统的确立与个人卫生观念的演进（1850-1930年）为个案，展现社会与技术的共同演化。城市自来水是一个社会技术系统，它连接了管道网络、城市居民的用水习惯、既有的供水系统、文化观念、日常维护和供应、政府政策等各种异质性因素。如果按照一般的技术变革叙事，我们通常会认为随着技术的进步和人们对干净卫生的要求让城市自来水系统建立起来。吉尔斯质疑的是从1850年荷兰发展城市自来水的技术条件已经具备，但是为什么直到20世纪30年代自来水才在城市中普及。经过研究发现，1840年前后，欧洲爆发霍乱疫情后，医学发现霍乱的传播与饮用水相关。由于这段时间工业化过程的加速，城市人口激增，大量的人畜废物和有机垃圾导入河道，城市的饮用水遭到了污染，清洁饮用水已经成为需求。1850年前后，自来水系统的相关技术已经具备，但它只在缺水的阿姆斯特丹等少数城市建立。1880年之前，出于经济原因，政府没有选择自来水系统，而是更经济的清理河道垃圾、排污水的思路保证饮用水的安全。1880年到1890年，医学界发现细菌、卫生和健康之间存在关联，清洁和洗浴的文化建立起来，并成为中产阶级的基本规范。清洁和卫生成为推动自来水系统发展的新动力，再加上这段时间荷兰经济的起飞，城市规模的继续扩大，自来水系统逐渐成为中产阶级日常生活必需品。20世纪初，中产阶级将清洁、卫生的理念以文明的名义通过各种形式传播到城市中下阶层中去，这无形中为政府限制传统的水源供给提供合法性支持。文化和公共政策的互动使自来水系统成为每个城市居民日常生活中的物质景观。通过荷兰城市自来水系统的演进过程，

^① Frank Geels, *Technological Transitions and System Innovations*, Northampton: Edward Elgar Publishing Inc., 2005, p. 82.

我们可以发现在具体的时空中，社会群体的观念、政府的自身定位会影响技术的传播和接受，技术也为人们提供新的观念和行为方式，同时又带来了政府公共政策和社会观念的变化，并且制造出新的市场和产业。可以说，技术变革不是为问题寻找最优答案的线性过程，“它是非线性的，依附于外部的发展以及问题与答案间充满变动的连接”。^①

吉尔斯的研究表明社会-技术系统是一种有效的概念工具，有助于我们理解技术变革的发生、类型和机制。技术像一个有机体一样，存在诞生、发展、成熟、制度化和衰落的生命周期，影响技术发展的既有微观层面的技术利基，又有中观层面的社会制度，还有宏观层面的外部压力，三者在不同情境下的互动会影响技术和社会发展的轨迹。吉尔斯讨论的系统变革是已经完成的宏观变革，比如英国大洋交通中轮船代替帆船（1780-1890年），美国城市交通中汽车代替马车（1860-1930年），美国航空业喷气式发动机代替活塞式发动机（1930-1975年）等。虽然无人机正在发生中，但我们可以将其看作是潜在的系统性变革，分析它所处的阶段和影响。以社会-技术系统视角审视无人机，将其视为一个连接社会的系统，其变革存在从技术诞生到获取社会制度的支撑和最终制度化的过程，在这个过程中技术和社会处于共同演化的状态。

首先，无人机是一个系统。从技术上来看，无人机能够完成侦察、监视和打击等任务，依靠的是以无人机为中心组建的系统。这个系统由飞行器、地面控制站、发射和回收装置、有效载荷、数据链和地面保护设备组成。^② 其中机、站和链是构成这个系统的基本条件。无人机及其负荷的东西构成了一个系统，其中包含遥测、遥感、摄像等获取信息的部分、包含着信息的传递和交通网络，也包含着杀戮的功能。打一个比方，无人机是一个没有大脑的人，心脏是无人机的动力系统，神经网络是作者的通讯设施，眼睛是无人机本身包含的摄像头、传感器、测距器，无人机的大脑在地面的控制站，控制站接收到无人机传输的各种数据，通过各种算法对数据进行甄别、加工、分析和归档，操作员依照经过处理过的数据进行操作和判断。各部分之间相互联系和相互作用，服务于总体的系统目标。各部分的技术发展程度

^① Frank Geels, “Co-Evolution of Technology and Society: The Transition in Water Supply and Personal Hygiene in the Netherlands (1850–1930),” *Technology in Society*, Vol. 27, No. 3 (August 2005), p. 393.

^② [美]法尔斯特伦、[美]格里森：《无人机系统导论（第4版）》，郭正、王鹏、陈清阳、鲁亚飞译，北京：国防工业出版社2015年版，第7页。

并不均衡，例如当前的无人机系统在续航、导航、数据传递和抗干扰等方面都存在“瓶颈”，因此无人机不是完美武器，它存在着演化升级的可能，它既强大又脆弱。无人机功能的多样性，让它具有了一定的弹性空间，可以与其他设备展开协作，实现功能对接。

在技术之外，无人机的正常使用需要一系列的社会条件。如果从一架无人机从诞生到使用的流程来看，无人机的出现，需要研发者，需要制造商，需要购买者和使用者，需要相关的法律法规，需要与之相匹配的价值观念。这时，无人机作为一个切入点，将各种社会群体、价值观念和组织制度关联起来。无人机的使用需要社会为其提供空间和支持，社会自身也因为无人机的压力出现组织观念的变革、资源的重新分配和价值观念的调整（见图1）。

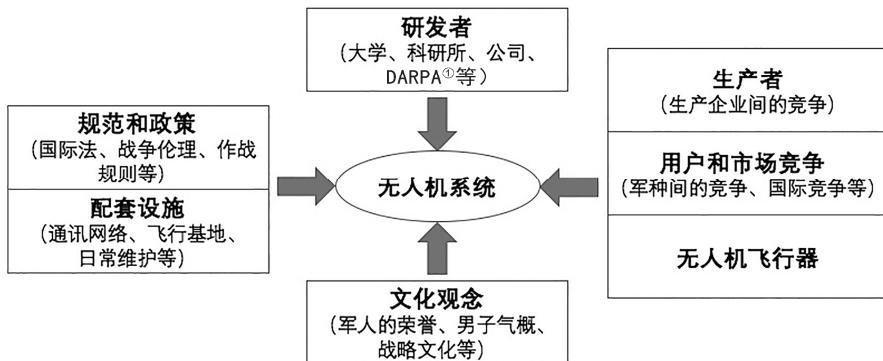


图1 作为社会-技术系统的无人机^①

其次，无人机的变革是技术变革。这里的技术变革，除了狭义上的无人机的出现，还包括无人机的发展、扩散、制度化和衰落的过程。因此我们讨论无人机对战争的影响时，无人机不再是图纸和概念上的无人机，而是处于演化过程中的无人机。因此社会科学界在研究无人机选择标志性的察打一体机作为无人机的蓝本，这从学术探讨上是成立的，但忽略了技术和社会都在演化和相互调试的现实。无人机一直处在演化的过程中，从系统的任务到各分支系统，问题和答案的连接处在不断变化的过程中。无人机可能会为某个问题提供更好的答案，从而连接更多支持的因素，但会受到与答案相关行为体的竞争。无人机在既有的制度和技术环境下，需要利用技术利基和市场利基让其在大的安全环境中谋得一席之地。将无人机看成是演化的

^① 图中 DARPA 是指美国国防部高等研究计划局。

过程就是为了看到无人机自身发展的阶段性。

最后，无人机与社会是共同演化的，不是技术决定论或社会决定论。无人机与社会的关系需要在具体语境下展开分析。技术的突破、社会的需求和外部环境的压力在不同的时间段相互作用，影响着无人机的演化轨迹。当技术获得突破，它也会影晌与之相关的社会制度，技术会影响军人的习惯和观念，会对既有的制度构成挑战，压制某些器物的生存空间。同时，这些受到挑战的观念、制度和器物会聚合一批人对无人机的扩大形成压力。技术与社会是共同演化，其发展轨迹很难准确规划和预测。

三 无人机与战争的共同演化：以美国经验为例

社会-技术系统有助于我们更好地理解无人机与战争的关系。我们选取无人机在美国的经历为个案，分析在具体时空下无人机与战争的互动和共同演化。如上文所说，按照无人机的技术利基、外部客观环境和社会制度的作用，可以将美国无人机与战争的共同演化分为三个阶段：第一阶段（1917-1945 年），总体战中的无名者；第二阶段（1945-2001 年），冷战和局部不对称战争下的无人机；第三阶段（2001 年至今），反恐战争下的无人机。^①

第一阶段（1917-1945 年）是无人机艰难起步的阶段。因为在无人机的定义上存在争议，无人机的起源也存在多种观点。我们选择 1917 年作为起点，理由是这一年美国人斯佩里（Sperry）制造出了可运输炸药的无人驾驶飞机。本来它要投放到第一次世界大战战场，没等正式上阵，战争已经结束了，无人机也丧失了在战场上展现价值的机会。但在 20 世纪 20 年代，随着无线电通讯技术的普及和飞机的兴起，民间涌现了一批无人机技术爱好者。这些爱好者多是在私人工作室中研究无线电技术和发动机，研制遥控型无人机。即使研发成功，也很难找到市场，只有少数爱好者建立公司，获得订单。其中的典型代表是美国遥控无人机之父雷金纳德·丹尼（Reginald Denny），他是好莱坞的明星，拍摄电影之余在自

^① 程诚等人的《美国无人机发展的历史透视》一文用内部动力、外部动力和创新需求构建了一个分析无人机变革的模型，将美国军用无人机的发展划分为三个阶段：1917-1960 年，军事需求阶段；1960-1990 年，多因素综合作用阶段；20 世纪 90 年代到现在，综合作用发展模型。该文已经注意到了社会对技术的影响，但该文的核心是发现美国的成功经验，没有涉及本文讨论的无人机与战争的共同演化。参见程诚、李成智、杨立华：《美国无人机发展的历史透视》，载《自然辩证法通讯》2016 年第 2 期，第 67-72 页。

己的工作室研究无线电控制的飞机模型，并在 1935 年成立了无线电飞机公司。该公司制造的无线电遥控的飞机是第一代无人机的代表，其飞行距离和控制系统的性能有限，但二战前后进行空中防御的需要为其提供了“市场利基”。^① 在二战中，由于战斗机和轰炸机的兴起，空中防御成为必须。高射炮是主要的防御武器，但要提高高射炮的准星，需要靶机辅助训练。这样，无人机依靠其“无人”替代有人机，承担靶机的角色。在整个庞大的军事安全体系中，无人机找到它的比较优势和生存空间。即使是靶机，无人机的动力技术、飞行控制和导引、发射和回收技术等基本架构已经初具雏形。

无人机起步的这段时间，正是战争史上的总体战时代。所谓总体战，指的是全民动员、全民参与的战争，兵与民，军用和民用的边界被打破。正是在全民战争的特殊状态下，这些民间的无人机制造商才有可能进入军方采购的范围。但是，这段时间主导的战略思想是“制空权”“战略轰炸”和“闪电战”，有人飞机才是受重视的战略性力量，无人机只是有人机的陪衬。由于其飞行距离、导引的准确性、飞行的稳定性上都存在较大缺陷，因此二战结束前在飞行员和军队领导者眼中，无人机只是一个玩具和附属品。

由此，我们发现，从演化的视角来看，无人机技术诞生之初就存在着多种可能性，能否活下来，未来的方向是遥控投掷炸弹还是做靶机？这些都与相关群体的观念和既有的战略手段息息相关。诞生之初的无人机是少数个人的理想与总体战互动的产物，二战前的无人机，更像是一种个体性的技术，其连接的制度和器物非常少，力量弱小，只能是战争史中的一个注脚。

第二阶段（1945-2001 年）是从二战结束到美国的反恐战争，无人机在半个多世纪的发展过程中跌宕起伏，艰难成长。这段时间的外部景观是冷战中的美苏对峙、越南战争和海湾战争，这些外部环境也让封存在仓库中的无人机重新焕发生命。二战结束后，核威慑和核打击是战略的重心，空军开始逐渐制度化，成为核心军种，同时作为战略性力量，导弹也逐渐定型为重要的战略性力量。加上雷达的发明和广泛使用，高射炮的空中防御功能开始退化。基于以上原因，无线电遥控的靶机被暂时封存起来。在美苏冷战对峙的状态下，军事情报需求激增，U-2 这样的有人侦察机容易被击落、飞行员被俘虏。为规避危险，无人机开始成为作为情报侦察的替代选项，其侦察和情报搜集功能得到了开发。正是在越南战争中，美国空军发现了无

^① [美] 比尔·耶纳：《战争中的无人机》，丁文锐等译，北京：中国市场出版社 2014 年版，第 4-8 页。

人机在执行枯燥、肮脏和危险的任务上的优势。^① 美国瑞安公司在火蜂-147型无人机上加装了侦察照相等各种侦测设备，从导弹的靶子变成了高空侦察机，并用改装的无人机闪电臭虫进行低空侦察。但越南战争结束后，美国又将无人机封存。这一时期美国与以色列合作，引入以色列技术并进行技术改良，从而将无人机升级到新一代。这种无人机不再强调高性能，而更加强调简单实用。在1982年的贝卡谷高地的战争中，这些无人机成功扮演了诱饵和侦察兵的角色，让无人机在战场上占据主动。海湾战争中，美国和北约盟国均使用无人机了解战争态势，评估作战效果。这段时间，无人机的侦察地位牢固确立起来。虽然无人机进行过实验，但是从未投入战场打击地面目标。

可以看到，无人机在这段时间里不断经历封存、复出、再封存、再复出的命运。这也说明战略目标和战略认知影响着无人机的使用。无人机在当时不是战略的重心，决策层的理念、战略目标和政策限制着无人机的扩展和使用。由于U-2会被击落并带来人员伤亡，这开始让决策层转向无伤亡的无人机，并将之前的导弹靶机改装成高空侦察机；卫星覆盖的范围更大，但其时效性有限，无法提供实时的态势。通过一次次的实践，无人机在决策层确立了应用的地位。无人机在这段时间的遭遇也说明了技术从图纸到实验再到现实，技术的成熟不是必然的，中间需要经常多次惊险的跳跃。

这一阶段，决策层和军方上层对无人机的认识存在曲折反复，无人机的相关核心技术不断进步，例如导航、导引技术、动力技术、全球定位系统等关键技术，这要归功于二战后期开始美国创立的国防研发和采购的项目体制。无人机是一种“项目化的、军方资助并管理的技术，由军方资助和管理的工业公司来研制”。^② 它不是来自手工作坊，不是欧洲的车间，不是硅谷，而是美国军工复合体的产物。其外形、原理和使用都与军工复合体相关。军方提供相关的军事需求，企业展开竞标，国防高等研究局负责研发项目的管理，企业之间的竞争，军队、企业和大学之间的互动，军民融合为无人机的更新换代提供了新的可能。

第三阶段是从九一一事件到现在，是无人机的起飞并谋求制度化的阶段。九

^① [美] 比尔·耶纳：《战争中的无人机》，丁文锐等译，北京：中国市场出版社2014年版，第16-20页。

^② [美] 亚当·罗斯坦：《无人机时代》，王志欣、姚建民译，北京：机械工业出版社2017年版，第29页。

——事件之前，无人机起飞的物质条件已经具备，它在研发和生产上已经形成了一个需求——研发——生产军工复合体。其中，美国国防部高等研究计划局对未来的军事需求做出研判，并投资支持了多个无人机研究项目，类型包括高航无人机、无人机战斗机和微型无人机。通用原子、波音、诺斯·格鲁曼这些军工企业在无人机制造方面积累了丰富的技术，并建立了相对完整的供应链和产业链。空军基地、地面控制站、卫星通讯和全球定位系统等维持无人机运转的基础设施已经成熟。在观念上，无人机在侦察中的价值已经获得承认，同时美国的国防正在谋求从“重火力”向“精确化”转型：体制上建立联合作战体制，战争理念上建立网络中心战，战术上实施基于效果的作战。无人机符合军事转型的基本理念和形态，是军事转型的重要组成部分。

即使具备了这些物质和观念上的条件，无人机的兴起离不开全球反恐战争这个大的环境机遇，正是这个战场使无人机的攻击潜能得到了验证。美国发动的全球反恐战争不是传统意义上国家间的常规战争，它是一种非对称的战争，是美国与“基地组织”等非国家行为体间的战争。战争双方在实力上没有不对称性，但恐怖主义依靠地方性和流动性与美国相抗衡。恐怖分子的全球移动让战争变成了全球性的战争，战争的时间也遭到延长，乃至变成了持久战争。美国借助信息通讯技术和无人机，可以克服时间和空间上的限制，寻找、发现、定位和清除恐怖分子，实现了全球支配型的“追捕”式战争。无人机在反恐战争上的优异表现，使得大量的人力、物力和财力投入到这个领域，它开始从单纯的战略性武器演化为战略性武器，其战略地位不断上升。

随着无人机地位的提升，与它连接的异质性要素越来越多，关联的社会要素也越来越多，作为社会技术系统的无人机已经形成。为了系统的持续运转，无人机的制度化成为这个阶段的核心问题。无人机的制度化不是简单的建制，它包含器物、制度和观念三个层次。器物的层次指的是资源投入方面。无人机系统的扩大和运转需要投入大量的人力、财力、物力和智力，随着无人机的运转，它开始从之前的临时的、阶段性的项目制转向固定化、常态化的投入。组织制度层面关系的核心问题是“谁来用无人机”和“如何用无人机”的问题。整个无人机系统的运转，并不是无人的，其运转是在既有的军事架构和制度下存在的。无人机系统扩大后，其谋求独立建制的问题将会日益急迫，并与已有的军事建制间出现冲突。观念层次是确立自身的合法化的问题。今天无人机已不需要为自身的性能做辩护，但无人机作为半自动化的武器，在战争实践中已经对军人的传统价值观构成挑战。无人机战斗中，

人与机器的边界如何重新划定，在军事决策环（OODA，即观察、定位、决定和行动）中人的位置，这些问题出现了。因此，无人机要在价值观念上被军人完全接受，还有很长的路需要走。

资源获得的常态化、谋求独立的编制和获得合法性的需求，这是无人机谋求制度化的理想条件。理想要落地的过程中会遇到各种挑战。首先，无人机获得的投入是有限且充满变数的。在国防投入有限的情况下，无人机投入的增减会触动其他相关群体的利益。在无人机家族内部，不同的型号和不同性能的无人机之间存在竞争关系。在外部，它要与有人机、洲际导弹等多种战略性力量展开功能和资源上的竞争。同时，日趋复杂和不确定的全球战略环境，也加重了未来无人机投入上的变数。总之，无人机的投入离不开多方的博弈。其次，无人机的组织建制上存在兵种间的利益竞争。围绕无人机的指挥权，美国各军种间展开竞争。1995年，美国空军才建立了第一支空中侦察无人机中队，2001年武装无人机投入战场后，实施定点清除的指挥权曾在中央情报局、美国空军和特种兵司令部转换。陆军、海军和空军都有自己的无人机，如何在制度化上完善对无人机的使用，加强兵种间的协调是美军当前必须要面对的问题。最后，从观念上看，无人机袭击遇到了伦理和法律难题。正如当代争论中展现的，无人机袭击是在法律和伦理的灰色地带成长起来的。灰色地带阻碍无人机制度化和日常化，无人机需要论证自身的合理性和合法性，并扩展为一般性的社会共识，这个过程需要时间。

在分析无人机与战争不同演化阶段之后，它依然要回答无人机支持者和批评者的问题，当前的无人机战争是一种怎样的战争？“外科手术”以功能本位为无人机辩护，“暗杀”以价值本位警告无人机带来的危害。社会-技术系统论虽不坚持功能本位，但重视技术的功能。这种功能不是理论上的，而是实践中可以实现的功能。因此，实践中的无人机战争在战术上是精确的，但这并不能保证它在战略上是高效的，它解决了旧问题的同时又带来了新的问题。正如外科手术可能会引发感染，危害整个有机体的健康。可实现的功能不同于技术设计者预想的功能，技术在实践中会出现漂移，给设计者带来惊奇。我们同意无人机在性能上的提升：更先进的传感器，更强大的载荷和动力，更强大的算法，更长的航时和隐身性，更快的速度和更自主的无人机蜂群作战。但是这些性能只是理论上的，它们让未来战争存在走向无人化和智能化的可能。这种可能能否变成现实，各种社会因素扮演着重要角色。社会具体如何影响无人机的演化，无人机的演化在何种层面对社会构成挑战，技术与战争互动的机制正是未来一段时间亟待社会科学学者回答的问题。

在社会-技术系统视角下，伦理规范和价值也很重要，但规范和价值不是一成不变的，它需要随着时代的变化做出调整。无人机攻击不是颠覆，而是让既有的国际法和军事伦理“问题化”了。无人机袭击模糊了战争与和平的边界，改变了战争的时空范围，挑战了既有的正义战争理论。作为一种新的实践，无人机技术的飞速发展与相对稳定的规范之间出现了时间差，对无人机进行道德批判，指责其为“暗杀”，并不能阻止其系统的运转。社会-技术系统尝试打开技术黑箱，进入技术内部，发现技术与社会的连接，为寻找合适和有效的伦理规制提供必要的基础事实和前提。无人机如此重要，哪些法律规范和伦理是必须坚守的底线，哪些是可以调整的，回答这些问题需要社会科学学者、技术专家和军事学者的共同参与。本文的目标之一就在于为各方的对话提供一个基础性的平台。

在社会-技术系统视角下，无人机不是“杀手锏”，更不是“绝对武器”，它无法单独决定战争的形态。它是一个连接器物和社会的演化系统，无人机战争是该系统运作的产物，战争的具体形态和特质受制于系统演化的形态和阶段。当前，无人机系统处在制度化阶段，在这个阶段技术上的进步与既有制度在资源配置、编制和价值观念上的矛盾制约着无人机的未来演化。无人机系统对相关的行为体构成压力，改造既有规范，并用速度给既有的制度施加压力，推动其变革，相关的群体也会借助已有的权威、制度和合法性限制无人机系统的扩张。无人机系统内部的冲突性决定了无人机战争的矛盾性和模糊性，该战争兼具“外科手术”和“暗杀”的特质，是一个新的战争样式，具有某种边界性，难以归类。如果技术和外在战略环境没有发生突变，无人机与既有制度间的矛盾将长期存在，受此影响，无人机战争的性质将在很长一段时间内保持着模糊性。

四 结论：追寻可能的未来

武装无人机的快速崛起成为 21 世纪以来军事领域的重要现象，而如何理解它与军事的互动既是一个现实问题，又是一个理论问题。围绕无人机技术变革，出现了不同的声音。支持者采用的是“功能”和“工具”的语言，用高效、低成本为无人机辩护，并鼓吹无人机是颠覆性的技术，是未来的趋势和潮流，这是一个“必然的和光明的未来”；批评者则质疑它挑战了正义战争理论和军事伦理，让战争退化为暗杀，这是一个“必然的和堕落的未来”。双方各执一端，将无人机器物化和本质化了，它无法帮助我们理解演进中的技术和战争。为了理解演进中的无人机与战

争，本文引入社会-技术系统的概念，力图找到一种理解技术变革与战争的新框架，进而追寻无人机可能的未来。

要追寻可能的未来，需要抛弃两种必然论的语言，寻找到理解技术变革的新语言。社会-技术系统就是这样的新语言。它强调技术变革不是新技术的发明，也不是某种技术的演变流程，更不是带来产业革命的技术革命，而是系统性的变革。技术是一个系统，其运转需要将各种要素连接起来，变革是从一个技术系统到另一个技术系统的转换。变革的动力是技术、社会和外部环境的互动，单独的技术或社会无法决定变革的发生，同时，在不同的发展阶段，技术、社会和外部环境的地位互动也不相同。无人机是潜在的系统性变革，其潜能的实现需要相关制度、规范和基础设施的支撑。无人机的发展经历了初期依靠技术利基和战争需要，扮演着靶机的角色，凭借其无人的优势在冷战和越南战争中发挥着侦察兵的角色，逐渐站稳脚跟；在九一一事件之后，全球反恐战争的兴起，使其侦察和打击于一身的功能得到发挥，无人机系统迅速发展并开始了制度化的过程。社会-技术系统视角下无人机的“未来”，不存在于时间之外的终极目的，它存在于时间之中，与过去和当下息息相关，是充满开放性的未来。

社会-技术系统视角下，要追寻无人机可能的未来，不能脱离它的过去和当下。要应对无人机的挑战，学者们需要进入这个社会-技术系统的内部，理解其所处的阶段、动力和机制，找到制约其发展的自身瓶颈和外部障碍。当前，它已经演化到了制度化阶段，核心问题是新技术与旧制度在资源分配、价值理念和建制上的冲突和融合。受此影响，当前的无人机战争呈现出多面性和模糊性的特点。这要求学者们在具体时空中理解系统的优劣和困境，进而给出有针对性建议，唯有这样的行动才有可能实现希望的未来。

从更广的意义上讲，社会-技术系统作为一种理论尝试，它可以帮助我们理解具体语境下的技术与战争，理解未完成的技术变革，避免简单化和规定性的语言，寻找技术和战争变革的机制。社会-技术系统概念有助于我们思考其他正在发生的历史，理解它们与当代国际政治的复杂关系，为技术界与社会科学界展开建设性的对话提供可能，甚至为未来技术与政治的理论创新提供思想基础和具体案例。

【收稿日期：2018-01-18】

【修回日期：2018-02-03】

【责任编辑：苏娟】