



中国国防科技信息中心

20YY：机器人时代的战争

20YY:WARFARE IN THE ROBOTIC AGE

[美] 罗伯特·O. 沃克 肖恩·布瑞姆利 保罗·斯查瑞 著

邹 辉 等译



国防工业出版社

National Defense Industry Press

20YY：机器人时代的战争

[美]罗伯特·O.沃克 肖恩·布瑞姆利 保罗·斯查瑞 著

邹辉 等译



国防工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目(CIP)数据

20YY: 机器人时代的战争 / (美) 沃克 (Work, R.O.),
(美) 布瑞姆利 (Brimley, S.), (美) 斯查瑞 (Scharre, P.) 著;
邹辉等译. —北京: 国防工业出版社, 2015.12

(装备译丛)

书名原文: 20YY: Warfare In The Robotic Age

ISBN 978-7-118-10725-8

I. ①2… II. ①沃… ②布… ③斯… ④邹… III. ①
军用机器人—研究 IV. ①TP242

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第001283号

※

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路23号 邮政编码100048)

国防工业出版社印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 710×1000 1/16 印张 11 $\frac{1}{2}$ 字数 164千字
2016年1月第1版第1次印刷 印数 1—1500册 定价 45.00元

(本书如有印装错误, 我社负责调换)

国防书店:(010)88540777

发行邮购:(010)88540776

发行传真:(010)88540755

发行业务:(010)88540717

“装备译丛”编译委员会

主 任	刘林山			
副主任	吕 彬	真 溱	赵相安	
委 员	王林峰	李业惠	李德顺	陈 豫
	袁有雄	栗 琳	刘映国	秦致远
	耿国桐	赵超阳	李向阳	李杏军
	智 慧			

“装备译丛”编辑部

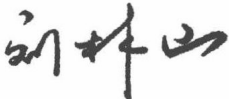
主 编	智 慧			
副主编	邹 辉			
总审校	任海燕	陈 迪		
编 务	张 辉	方 勇	陈肖旭	刘 勇
	刘忆宁	许儒红		

“装备译丛”序言

当今世界，国际安全格局正酝酿重大变革，大国军事力量转型加快，新兴战略空间竞争激烈，新型作战武器性能不断提升，前沿颠覆技术屡有突破，创新军事理论不断涌现。为帮助广大读者深入了解世界武器装备与军事技术发展态势，准确把握军事战略前沿发展动向，我们组织国内专家学者推出了“装备译丛”系列产品。

本译丛以装备建设全领域、全要素、全过程为主线，突出“创立品牌、服务高端”目标，覆盖军事战略、武器装备、军事技术、采办管理、试验鉴定、军控军贸等领域，精选翻译具有权威性、战略性、学术性的当代国外政府报告、学术专著和智库成果。

由于立场不同，丛书中部分观点未免有失偏颇，读者在阅读时应注意辩证分析，择善而用。“知己知彼，百战不殆”，希望本译丛对广大读者有所裨益。同时，也恳请读者惠赐宝贵意见，让“装备译丛”越办越好。

中国国防科技信息中心 主任 

20YY：机器人时代的战争

译校者

翻	译	邹 辉	陈肖旭	张 辉	刘 勇	石培新
		李向阳	方 勇			
审	校	邹 辉				
审读校订		栗 琳	智 慧	朱家强		

翻译说明

进入新世纪，随着无人系统远程化、精确化、智能化、隐身化等趋势的日益加快，以及先进技术的全球扩散，主要对手反制能力的不断增强，美军越来越担忧其引以为傲的优势逐渐削弱。着眼未来，美军开始了对战争形态的新思考。为此，美国知名智库——新美国安全中心成立了专门的“20YY战争形态倡议小组”，对以无人和自主系统扮演主要角色的未来战争形态、作战样式进行了系统研究，形成了系列研究报告，从2014年2月至2015年4月，该中心连续出版5份20YY系列报告，并将继续推出相关报告。

该系列报告由时任新美国安全中心首席执行官、现任美国国防部常务副部长罗伯特·沃克牵头完成。报告立足未来可能的战争形态，探索性、前瞻性强。随着罗伯特·沃克入职五角大楼并负责第三次“抵消战略”的策划，该系列报告已经并将继续影响美国的国防战略，激发美国在武器装备、军队组织和作战概念方面的创新。

为协助相关人员深入了解未来军事技术和战争形态的革命性变化，更好地适应战争形态加速演变新趋势，深刻把握其对国际政治军事格局可能产生的重大影响和对我国军事安全带来的严峻挑战，我们将组织翻译20YY系列报告，现推出报告第一集，译介3篇有关机器人在未来战争中的重要影响的报告。系列报告中的另外两篇《钢铁侠与蛙人：海上作战中的外穿戴设备》《定向能武器：前景与预期》及新出版的报告，我们将择机陆续翻译出版。

译者

2015年10月

目 录

20YY：为机器人时代的战争作准备.....	1
一、摘要.....	1
二、可能出现的跨越式变化.....	3
三、制导弹药战的兴起.....	8
四、“制导弹药 + 作战网络”战争形态的成熟及其影响.....	18
五、采取协同行动，确保资源投入.....	21
六、无人和自主系统的兴起.....	24
七、20YY：机器人时代的战争.....	32
八、20YY：对军事战略、组织和作战行动的影响.....	36
九、20YY：未雨绸缪.....	42
 战场上的机器人（上篇）：更远距离、更长时间和更危险任务.....	45
致谢.....	45
一、摘要.....	46
二、引言：战争的革命.....	47
三、无人和自主系统的优势.....	51
四、机器人在战场上的作战优势：更远距离、更长时间.....	64
五、机器人在战场上的作战优势：承担风险的能力.....	78
六、赋能因素和障碍.....	85
七、建议.....	96
结论：即将到来的机器人蜂群.....	100

战场上的机器人（下篇）：即将到来的机器人蜂群101

 一、摘要 101

 二、引言：察打一体蜂群 105

 三、数量规模 110

 四、协同性和智能化 127

 五、速度 140

 六、蜂群的指挥 143

 七、敌方蜂群及对抗措施 153

 八、结论：构建战斗蜂群 156

 九、建议 165

 附件：饱和攻击的命中概率 * 169

关于新美国安全中心172

20YY系列丛书173

20YY：为机器人时代的战争作准备

罗伯特·O.沃克^①

肖恩·布瑞姆利^②

一、摘要

在过去的几十年里，美国一直是以制导弹药和一体化作战网络为核心的战争形态的开拓者和积极推动者。美军在这些领域的创新，使其在太空、空中、水面及水下拥有绝对的作战优势，主导着军事对抗中的常规地面战。由于崛起大国的地缘政治考量、技术的全球扩散、主要对手的反制措施等原因，美国建立起来的优势正在被削弱。

在不久的将来，美国防务战略家和部队规划人员可能不得不面对这样的情况：制导武器和作战网络技术将广泛地被国家和非国家行为体应用于各种层面的军事作战。虽然美国国防部、白宫和国会的高级军事规划人员和政策制定者愈发意识到美国所面临的潜在挑战，意识到与拥有尖端武器的对手进行作战可能付出高昂作战成本，但这明显不够，他们仍有许多工作要做，以使美军有备无患，能够对抗那些能够用精确制导弹药进行饱和攻击的对手。

对于一场可能到来的更深层次的变革来讲，对手在制导弹药方面与美军势均力敌仅仅是一个小挑战——未来战争将转向全新的战争形态，而对于美国及其盟友、伙伴和对手而言，在这种全新的战争形态中，无人和自主系统将扮演核心角色。美国的军事领导人应未雨绸缪，迎接这个并不遥

① Robert O. Work，撰写本报告时任新美国安全中心首席执行官，现任美国国防部常务副部长。

② Shawn Brimley，新美国安全中心执行副总裁，研究中心主任。

远的未来——机器人时代的战争^①。

美军对无人系统并不陌生，过去十年，美军在伊拉克、阿富汗和其他地区已经广泛使用无人系统，有时甚至是以不可思议的方式。但是，这些大型遥控飞机和地面无人车辆将很快被自主能力日益增强的系统所替代。自主系统将遍及空中、水面、水下、陆地和太空，并渗透于军事作战的各层面。美军转向无人系统的研发，不仅出于作战需要，还考虑到作战人员成本以及传统的有人作战平台的研发工作越来越难以持续。

冷战时期，导弹、制导弹药、计算机网络、卫星、全球定位系统和隐身武器等先进技术，大部分由政府直接推动，并列入了国家安全研究与发展战略。与此不同，迈向机器人时代的步伐并非由美国军工综合体引导。在军工企业追求先进隐身系统、电子武器和受保护通信设施的时候，一些专注生产消费品和提供商业服务的公司正在推动其他众多关键技术的发展，如先进计算技术、大数据、自主性、人工智能、小型化技术、增材制造和小型高密度动力系统。虽然这些技术大部分得益于蓬勃发展的商业计算技术和商用机器人，但亦能用于发展日益先进和能力强大的无人和自主军事系统。

一种新的战争形态即将出现：制导武器和作战网络已经全面扩散，无人和自主系统将成为作战的主角。但是，这种新的战争形态的完全成型尚需时日。为避免就这种形态出现的时间点进行不必要的争论，我们暂且称之为“20YY”。“20YY”已并不遥远。

基于无人和自主系统的作战体系有可能改变我们国防战略中的基本核心概念，包括威慑、再保证、劝阻和强制；无人和自主系统具备与有人系统不同的特征，必将重塑美国的军事态势，影响美国海外兵力部署方式，改变高层决策使用兵力的方式；在局势紧张时期，维持局势的稳定可能更

^① 有两本著作清楚描述了制导弹药的发展史以及即将到来的机器人时代：Barry D. Watts' *Six Decades of Guided Munitions and Battle Networks: Progress and Prospects*(Center for Strategic and Budgetary Assessments, 2007), and P.W. Singer's *Wired for War: The Robotics Revolution and Conflict in the 21st Century*(New York: Penguin Press, 2009).

困难；军队中有人系统、无人系统的结合使用必将引发一系列深刻讨论，包括美军的作战角色、作战任务和充分利用新技术优势所必需的作战概念，以及由此带来的伦理道德问题等；另外，一些基本的军事概念，像攻/防军事战略之间的关系，作战范围、速度和规模间的相互作用等，都会因战争形态向无人和自主系统的改变而受到深刻影响。

“20YY”战争形态绝非科幻小说中的场景。本报告概述了催生战争新形态的推动力，分析了这种转变对美国国防战略和国家安全的影响，以及美国国防部为何和如何利用这一不可阻挡的趋势。当前，美国防务处于艰难时期，如果政策制定者能够审时度势，做出明智选择，美国武装力量仍然有很大机会塑造恰当的态势。如果误判形势，决策失误，或者不能迅速意识到这一快速发展趋势，则会将未来的美军置于不必要的风险之中。

二、可能出现的跨越式变化

美国军事规划人员一直追求在技术上超越潜在对手，取得并保持技术优势是冷战时期美国大战略的核心要素。这种优势曾至关重要，它们帮助美军抵消了苏军在常规力量上的数量优势。美国的技术抵消战略为其常规威慑（也包括核威慑）奠定了基础，帮助美国赢得了冷战的最终胜利，也为美国在苏联解体后的20年里确立了无可匹敌的军事优势^①。因此，美国要比潜在对手国拥有技术优势成为任何一份美国国防战略的基本要素。

比潜在对手国拥有技术优势是任何一份美国国防战略都必须考虑的基本要素。

① 1975年，在提交的关于远程研究和发展计划的总结报告中，Albert Wohlstetter根据先进传感器和零误差的常规弹药，提出了察打一体的新概念。1978年，时任国防部研究和工程局局长的威廉·佩里依据该概念，提出了“粉碎进攻”（Assault Breaker）的项目计划，该项目后来被美国陆军和空军发展成“空地一体战”。6年之后，苏军总参谋长提出，“自动化察打复合体”与末端制导精确弹药相结合，可以取得类似核武器的效果。详细情况可参阅Watts, “Six Decades of Guided Munitions and Battle Networks: Progress and Prospects,” 10-12.

然而，美国与苏联开展激烈军备竞赛时获得的许多创新成果，如导弹、航天系统、制导弹药、隐身技术及网络战，如今已广泛扩散，对美国传统军事力量投送方式构成挑战。为此，军事规划人员现在必须假定：在一些未来的作战想定中，美军可能被迫为进入战区而战，为自由机动而战，这些都是第二次世界大战以来从未出现过的新方式。这种新出现的反介入力量投送问题，已经成为美国国防部高层争论的重要问题之一，迫使他们重新思考美国的全球防务态势、应急计划和优先采办项目。

在任何情况下，针对世界范围内广泛扩散的反介入武器来制定计划都将是一大挑战。况且，还需应对各种新出现的颠覆性技术，这些颠覆性技术有可能会突然中断战争的进程。在各种挑战中，无人系统的兴起和快速扩散最让人忧虑。无人系统已经深刻地影响了美国的防务战略和武器采办重点，其在世界军事上的重要性也将日益增长（图1）。美国现在拥有的各类无人系统成千上万，世界上至少有75个国家也在投资无人系统^①。其他新兴技术也可能打破全球军事力量平衡，这些新兴技术包括：攻击性网络战工具；先进计算技术；人工智能；密集互联、多现象学（multiphenomenology）传感器；定向能武器、电磁轨道炮、高功率微波武器等电力武器；增材制造和3D打印技术；合成生物学；甚至一些增强士兵战场表现的技术^②。上述技术最初均是由商业需求驱动并得到发展的，具有点燃新“军事技术革命”火种的潜力。

① P.W. Singer, “The Global Swarm: Drones are not only spreading to other countries, they’re becoming smaller and smarter,” *Foreign Policy* (March 13, 2013), http://www.foreignpolicy.com/articles/2013/03/11/the_global_swarm. The Department of Defense’s updated Unmanned Systems Roadmap: FY2013-2038 (December 2013): <http://www.defense.gov/pubs/DOD-USRM-2013.pdf>, inventories the number of unmanned aerial systems at 10964. The roadmap does not inventory systems in other domains, but were unmanned ground systems, unmanned submersible prototypes, and emerging “micro-UAVs”, to be included the number of unmanned systems in DOD’s inventory would likely approximate 20000.

② Shawn Brimley, Ben Fitz Gerald and Kelley Saylor, “Game Changers: Disruptive Technology and U.S. Defense Strategy” (Center for a New American Security, September 2013).

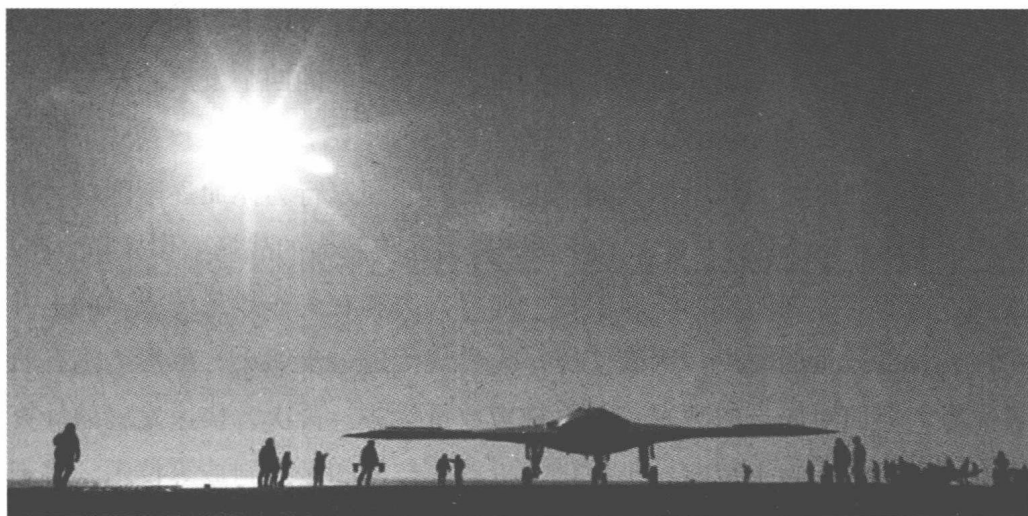


图1 2013年11月10日，在弗吉尼亚海岸，海军的X-47B实验型无人机在“西奥多·罗斯福”号核动力航空母舰的飞行甲板上驶向起飞位置。海军称，该实验验证了该型无人机与航空母舰兼容的能力

当新的军事技术、作战理念和组织形式三者相互结合，显著改善军事效能和作战潜力时，将引发军事技术革命^①。军事理论家认为，军事技术革命常常使战争发生更大、更广的变革，这种变革是剧烈的、跨越式的，将颠覆现有的战争形态，淘汰最通用的作战方式中过时、次要的内容。这些变革又可能反作用于相关的军事技术、作战理念、组织形式、现有资源，或同时作用于上述因素中的几个；甚至引发更广泛的政治、社会、经济和科学的转型。军事技术革命的进程有可能是快速发展的，也可能是逐渐演进的，达到一个临界点后发生变革。一旦发生军事技术革命，新的、占支配地位的战争形态将颠覆和取代现有战争形态^②。

① Andrew F. Krepinevich Jr., “The Military Technical Revolution: A Preliminary Assessment” (Center for Strategic and Budgetary Assessments, October 2002), 14.

② 在本报告中，战争形态指的是在一定时间段内，决定总的作战能力的武器、战略、战役、战术和组织架构，以及运用这些能力生成战斗力的方式。更简单地说，指的是在一个连续的战略时期内战争以何种方式进行。其定义可参见Michael G. Vickers and Robert C. Martinage, in “The Revolution in War” (Center for Strategic and Budgetary Assessments, December 2004), 2.

本报告假设，未来几十年将在一段时间内出现技术发展和作战样式的跨越式变化。这一假设是建立在我们认为未来可能的四个发展趋势基础上的。首先，随着“精确制导+作战网络”的继续成熟，美国在该模式下的垄断地位将可能因相关技术扩散到其他国家和非国家行为体而逐渐削弱。这将要求军队开发新的作战样式和手段，努力在更致命的战场中作战和生存。其次，随着制导弹药威力不断增加，加之人力和有人作战系统成本的上升和相关装备数量的减少，可能使美军人员规模进一步缩小。虽然美军有质量优势，但面对先进的敌军，美军难言数量优势。再次，快速发展的计算能力、大数据、人工智能、小型化、机器人技术和增材制造等技术，将不断增强无人系统的作战效能、自主性，提高效费比。最后，随着越来越多的美国对手开始使用制导弹药，大量低成本、高效率无人系统的扩散，数量规模将有可能再次成为美军在军事对抗作战中需突出考虑的问题。另外，因为作战人员和有人作战平台的成本高昂，在考虑战场的数量规模时，可能更倾向于使用更多的无人系统，而不是更多、更大型的部队规模或有人系统。

关于军事革命

许多评论人士写过一些关于军事技术革命、作战革命、战争革命以及军事变革的文章^①，虽然这些术语经常交替使用，但实际上还是有区别的。

我们更倾向于使用“军事技术革命”这一术语，描述由于采用新技术或新装备而带来的军事效力和战斗潜能的显著改进。艾略特·科恩的“战争革命”这一术语，则用于描述可颠覆现有作战样式（或理查德·亨德利所认为的军事核心竞争力）的一段段不连续的转变。我们认为，尽管随着时间的推移，作战样式和手段在发展，但战争的本质没有变。虽

① Vickers and Martinage, “The Revolution in War” ; Richard O. Hundley, “Past Revolutions; Future Transformations” (National Defense Research Institute, RAND, 1999); and Eliot Cohen, “A Revolution in Warfare,” *Foreign Affairs* (March/April 1996).

然我们认为这两个术语是相关的，但也有显著区别。亨德利认为，并非所有的战争革命都是由技术驱动的。同样，并非所有的军事技术革命都会导致更广泛的战争革命。最后，本报告避免使用“军事革命”这一术语（RMA，该术语在20世纪90年代流行于美国国防界），这是因为该术语与我们明确反对的两个理念相关：一是技术将导致“主宰战场感知”和“主宰作战知识”，从本质上消除战争迷雾和矛盾；二是作战网络和制导弹药结合，将使未来战争节奏加快、战斗激烈、行动合法且人员伤亡相对较少。

如同巴里·沃茨，我们赞成下述概念：“战争的本质实质上是相互作用的冲突——一场决斗或双边斗争，正如卡尔·冯·克劳塞维茨将战争描述为在相互对立的、充满敌意的、富有感情的两方之间发生，充满了摩擦、无常、无序和非线性^①。”技术（子弹、炸弹或机器人）无法改变这样一个事实：战争是人类活动，一旦战争力量释放，便会给作战人员和非作战人员带来绝对致命的后果。技术不会让战争更客观，而会让战争的杀伤力更大、更致命；精确打击不会让战场更为荒芜，而会使战场的杀伤力与日俱增。本报告所探究的技术及其发展趋势，将使军队领导人未来面对的战场更加复杂，危害性更大。

本报告假设上述四个发展趋势可能引发新一轮无人军事技术革命，而且可能带来更广泛的战争革命。为了确保美军在新的战争形态转型生成前后保持技术优势，美国国防部必须未雨绸缪。然而，目前美军才刚刚意识到稳步成熟的“制导弹药+作战网络”的作战样式所带来的作战和组织机构方面的问题，对可能随之而来的下一代机器人战争形态的考虑还远不成熟。在即将到来的国防预算削减时期，这可能很容易使得美国国防部做出错误决定。如果国防部希望美军能够适应以无人自主系统为普遍特征的未来，

^① Barry D. Watts, “The Maturing Revolution in Military Affairs” (Center for Strategic and Budgetary Assessments, 2011), 34.

那么在这一时期，国防部必须做出严格的、有优先级别的、有计划的选择。为使美军既能经受住这次变革带来的冲击，又能利用这次机会拓展美军的技术优势，国防部必须刻不容缓地激发新思维，研究正在发生变化的战争性质，研究作战所需的各种新型系统、组织和作战概念。

三、制导弹药战的兴起

在探讨未来可能出现的战争革命的大致面貌前，充分了解目前的战争形态非常重要，在这种战争形态下，制导弹药及作战网络将越来越多地成为主导。

自从史前时代的穴居人首次拿起棍棒的那一刻起，从更远的距离攻击敌人就一直成为作战的关键要素。随着战场上出现石块、长矛，特别是投石器和弓箭后，两军对峙的距离加宽到了几百码；现代枪械和机枪出现后，对峙距离扩展至上千码；火炮出现后，对峙距离延长到了数万里；航空炸弹出现后，距离延长到了数百千米。非制导的弹道式弹药主要特点是：大多采用投掷、射击、发射或空投方式，弹药命中目标概率低，即便射程相对较短。而且目标射程越远，打击精度就越差。特别是当目标从最初的二维空间自由移动（如机动部队、骑兵、车辆或舰艇）发展成三维空间移动时（如飞机、导弹、潜艇等），或当从移动平台（如坦克、战马、飞机、潜艇、舰艇等）打击固定或移动目标时，部队不得不集中大量平台或武器系统，发射数千枚炮弹、炸弹及其他弹药，或两种方式都采用，以实现预期的战场效果，否则将接受近距离攻击所带来的风险^①。同样，为了最大限度保证攻击目标的成功率，机动部队常常寻求集中力量以达到局部数量优势，提高首次攻击效果。因此，非制导武器作战的本质特点是追求数量规模。

① 本报告关于采用制导武器作战的许多思想，是罗伯特·O.沃克（Robert O. Work）与巴厘·D.瓦特斯（Barry D. Watts）2006年在战略与预算评估中心共事时多次长谈的结果，后来瓦特斯将这些讨论加以整理、研究和发展，形成了专著《制导弹药和作战网络的六十年载春秋》（“Six Decades of Guided Munitions and Battle Networks: Progress and Prospects.”）