ASPJ AIR & SPACE POWER JOURNAL

中文（简体）

空天力量杂志

2016 年夏季刊 — 第 10 卷第 2 期

本期主题：联合作战

- 不再是异类——论调整空中组成部队结构的必要性
  CQ Brown Jr. 空军中将；Rick Fournier 空军中校
- 派驻网战联络官，确保联合部队空中统领指挥官整合进攻性网空作战效应
  Jason M. Gargan 空军上尉
- 多域作战——微妙而重要的军事思想转变
  Jeffrey M. Reilly 博士
- 从波罗的海地缘政治看北约高端作战策划
  Ralph S. Clem 博士
- 空天强则国强
  John P. Geis II 博士 / 空军退役上校；Peter A. Garretson 空军中校

AIM HIGH...FLY-FIGHT-WIN —— 志向高远…飞行—战斗—制胜

本期导读

联合作战 2

将帅视角

不再是异类——论调整空中组成部队结构的必要性. 4
CQ Brown Jr. 空军中将；Rick Fournier 空军中校

军事变革

派驻网战联络官，确保联合部队空中统领指挥官整合进攻性网空作战效应. 13
Jason M. Gargan 空军上尉

多域作战——微妙而重要的军事思想转变 19
Jeffrey M. Reilly 博士

作战研究

从波罗的海地缘政治看北约高端作战策划 28
Ralph S. Clem 博士

威慑研究

构建网络时代的威慑稳定 38
Edward Geist 博士

从核武器与当代形势的相关性质疑最低威慑论 49
Joshua D. Wiitala 空军少校

军事技术

空天强则国强 60
John P. Geis II 博士 / 空军退役上校；Peter A. Garretson 空军中校

立方体卫星为加强空军太空态势感知展示新前景 70
Jeremy L. Barnes 博士；Ashley N. Elledge；Scott G. Patton 空军退役上校

广域研究

军改之后的国土防空作战责任与指挥 81
張競博士，中华战略学会研究员（台湾）

中国在拉丁美洲的地缘经济作用和演变 90
R. Evan Ellis 博士

以史为鉴

史海钩沉：太平洋战场一位更伟大的英雄 93
Daniel P. Bolger 陆军退役中将

免责声明:凡在本杂志发表的文章只代表作者观点，而非美国国防部、空军部、空军教育和训练司令部、空军大学或美国其他任何政府机构的官方立场。

访问《空天力量杂志》网站 联系本刊编辑

联合作战

联合作战，美军开风气之先，从理论探索到作战实践到条令编修，摸爬滚打，边打边改，一路走到今天。而今，当联合作战成为世界诸军事强国普遍接纳的军改方向时，美军已经完成了作战文化转型。从三军各自为阵向联合作战文化和实践转变，困难重重，教训良多。本刊是讨论联合 / 联盟作战的重要平台，围绕美国空军投入联合作战的种种细节，过去有多层次多面向的讨论，本期续添几个新视角。尤其是，如其中一篇文章所示，美军又在开始前瞻思考：联合作战之后，下一波作战样式是什么？

空军本军种部队指挥官（COMAFFOR）同时兼任联合部队空中统领指挥官（JFACC）的做法，已成空军作战常态。然而，因为身兼两职，同一名指挥官在实施 C2 中便要配备两套参谋班子，其中，为本军种部队（AFFOR）配置的 A3 参谋部人员负责平时和远期作战规划，而辅佐该指挥官的空天作战中心即 AOC 则负责当前联合空中作战策划和实施。**“不再是异类——论调整空中组成部队结构的必要性”**一文指出，空军的这种双重参谋班子结构，不仅造成责任分界“模糊不清和相互重叠”，更严重的是，当联合作战界其他军种部队作战参谋部门与空军互动时，造成广泛的混乱，外人更一头雾水。文章建议，最有效的方法就是合二为一，把 AOC 整合到 A3 中，使空军“A”字头的 A3 部（而不是 AOC）与联合作战司令部“J”字头的 J3 部以及陆军和海军的 G3 及 N3 部明确对应。

联合作战虽成美军作战常态，但各军种各领域从作战规划到作战效应如何连接整合，始终在演变之中。而今又增加网空，使这种探索努力更具挑战性。**“派驻网战联络官，确保联合部队空中统领指挥官整合进攻性网空作战效应”**一文建议，为确保网空进攻性作战充分支援联合部队空中统领指挥官的作战意图，应仿照空中组成部队目前向地面和海上组成部队及特遣部队派遣联络官（参看本刊 2011 年春季刊“占据一席：向空军协调官放权”）的做法，也向联合部队当前的网空部（和今后可能设立的网空组成部队）派遣联络官。

2011 年 11 月，时任美军参谋长联席会议主席马丁·邓普西陆军上将提出一个发人深省的问题：“联合作战之后是什么？”将军此时已经意识到，当前形式的联合作战可能无法应对未来的军事挑战。**“多域作战——微妙而重要的军事思想转变”**一文认为，答案可能要从多域作战的概念中寻找。作者分析了联合作战必然向跨域和多域作战转变的主要驱动因素，包括技术全球扩散，对手思维和战略变化，作战空间演变，以及作战空间变化对空中力量运用的启发。

波罗的海三国脱离苏联独立，却不得不依附北约保护。**“从波罗的海地缘政治看北约高端作战策划”**一文认为，北约对此三国的军事保护和防御，不可仅从地缘政治出发来规划，更要依照军事地理学来布局，在此三国部署前进基地和所谓的“前方弹药燃料补给点”（FARP）基地时，要慎之又慎，或许应避让到有更大战略纵深的波兰，才是上策。

强权的新对峙正在生成，威慑的旧思维如何更新？**“构建网络时代的威慑稳定”**一文认为，冷战时代基于确保互相摧毁的以威慑求稳定策略不再适用。美国应该制定一套注重韧存性、拒

止能力和进攻能力的网空“技术战略”，构筑潜在对手即便想攻击也难以逾越的技术障碍和心理障碍，从而达成网空安全目标。

一个拥核国采取何种核态势，取决于其地缘政治形势。**“从核武器与当代形势的相关性质疑最低威慑论”**一文，精辟分析了最低威慑观的起源、演变，和对美国的种种适与不适。作者认为，中国等国家以慑阻对手不敢发动核攻击为其核态势目的，特别注重核武器在报复中的核民事毁伤（countervalue）作用，因此奉行最低威慑是其逻辑的选择。俄罗斯进一步重视以核武器抵消对手的常规优势，即看重核武器的核军事毁伤（counterforce）能力，故而选择一种更具进攻性的核态势。还有些国家心存侥幸，意图在未来常规战争中有限使用战术核武器来迫使占据常规优势的美国未全胜而停战。以上三种情况，加上延伸威慑需要，构成美国独特的地缘政治背景。作者据此建议美国采用双重威慑核态势。仍保持三合一战略核力量，其中陆基和海基力量构成“生存威慑”，空基力量则构成“升级威慑”。

美国借助两次“抵消战略”——集成先进技术形成军事优势抵消对手实力节省国防成本——牢固占据着军事第一大国的地位。现在，随着对手再次逼近，第三波抵消战略呼之欲出。鉴于抵消战略的成功与航空航天技术密不可分，**“空天强则国强”**一文简短回顾航空航天对美国强军强国历程的影响，警告当前政府和民众忽视航空航天的后果和代价，呼吁国家紧迫规划空天事业的新架构，重新振兴航空航天工业。

卫星小型化模块化标准化趋势日渐明显。小卫星（Minisatellite）是一个总概念，以质重为主要指标有微级（Microsatellite 10–100 kg）、纳级（Nanosatellite 1–10 kg），和皮级（Picosatellite 0.1–1 kg）的区分。中国最近有文章将这些卫星统称为“微纳皮卫星”。小卫星中发展最快者就是标准单元立方体卫星（重量 1kg，体积 10cm x 10cm x 10cm）。**“立方体卫星为加强空军太空态势感知展示新前景”**为我们介绍卫星和传感器小型化的当前走向及潜在军事应用。

中国大陆最新一轮军事改革已全面铺开。**“军改之后的国土防空作战责任与指挥”**一文，通过分析社会和政治大背景及梳理国防与军队改革的政策指导文件，认为在撤军区设战区等一系列军改动作后，既是作战使命也是国防建设一部分的国土防空，因为在实际运作中必然超出战区的作战责任地境线，所以最后要么由军委所属部门总揽，要么由军委责由解放军空军（虽然作为军种其主要新使命为“主建”而非“主战”）继续主导与统一指挥。

拉丁美洲及加勒比地区，不仅地缘政治上深受中国影响，地缘经济也随中国的大举进入而急剧变化。著名拉美问题专家埃利斯博士再次著文**“中国在拉丁美洲的地缘经济作用和演变”**，介绍中拉交往的三个阶段，及拉美各国对中国经济投资从期望过高到逐步回归现实的趋势。

那幅麦克阿瑟将军从菲律宾莱特湾涉水登岸、配以“I have returned!”画外音的照片，是二战结尾的一个经典瞬间。然而，**“史海钩沉：太平洋战场一位更伟大的英雄”**一文，为读者揭开这幅光鲜画面背后几个鲜为人知的细节。熟悉中国古典名著的读者读毕此文或可会意一笑，因为，其中情节颇有几分相似《失街亭》，只是反转了两个将领的命运而已。

《空天力量杂志》中文编辑姜国成

不再是异类 — 论调整空中组成部队结构的必要性

No Longer the Outlier: Updating the Air Component Structure

查尔斯·布朗，美国空军中将（Lt Gen CQ Brown Jr., USAF）
里克·福尼埃，美国空军中校（Lt Col Rick Fournier, USAF）

异类是指碰上机会，而且曾有能力和头脑抓住机会的人。

——马尔科姆·格拉德威尔（Malcolm Gladwell）《异类：不一样的成功启示录》（Outliers: The Story of Success）

我曾经两次在作战司令部作战主管部任参谋职，并先后在三支空中组成部队服役，现在是一支空中组成部队的统领指挥官，因而有机会观察空中组成部队与其所属的作战司令部及兄弟军种组成部队之间的关系和互动。基于我的亲身经历，我坚信改革的时机已经成熟，从现在开始，我们应该改变思维方式，抓住空军作战准则最近更新的机会，顺势调整空中组成部队的组织架构。

——查尔斯·布朗中将，美国空军中央司令部指挥官 / 联盟部队空中统领指挥官

自从空天作战中心在“沙漠风暴”行动期间启用以来，空中力量的指挥与控制（C2）发生了演变，但是其使命未变。空军继续为作战司令部提供具有高度作战能力的空中组成部队，能够在其指派责任区内执行和支援天空、太空及网空作战行动。在过去 20 多年所发生的各种军事冲突中，空中组成部队成功地履行其首要使命，把空中力量投送到联合和联盟部队作战环境中。

C2 = 指挥与控制
AFFOR = 空军本军种部队
AOC = 空天作战中心
COMAFFOR = 空军本军种部队指挥官
JFACC = 联合部队空中统领指挥官

与联合部队和其他军种组成部队参谋部相比，空中组成部队是一个异类，它拥有对军事行动的独特 C2 能力，并能够在多个不同的作战区域同时作战。但是，空军尽管在这方面有所建树，却仍有改进余地。相对于联合作战环境的变化，作战准则和作战指导思想的调适速度过于缓慢。以前的作战准则在涉及作战司令部和跨越各组成部队的作战问题时，对空军本军种部队（AFFOR）和空天作战中心（AOC）所做的区分，使空中组成部队处于不利地位，甚至遭遇被排除在外的最坏情况。此外，空军作战准则和指令以前阐述的 AFFOR 和 AOC 参谋班子之间的明显区分和分隔，给空中组成部队内部和外部作战单位造成了混乱和功能失调。但是，2014 年 11 月更新后的新版作战准则展示了一个新的结构框架（图 1）。

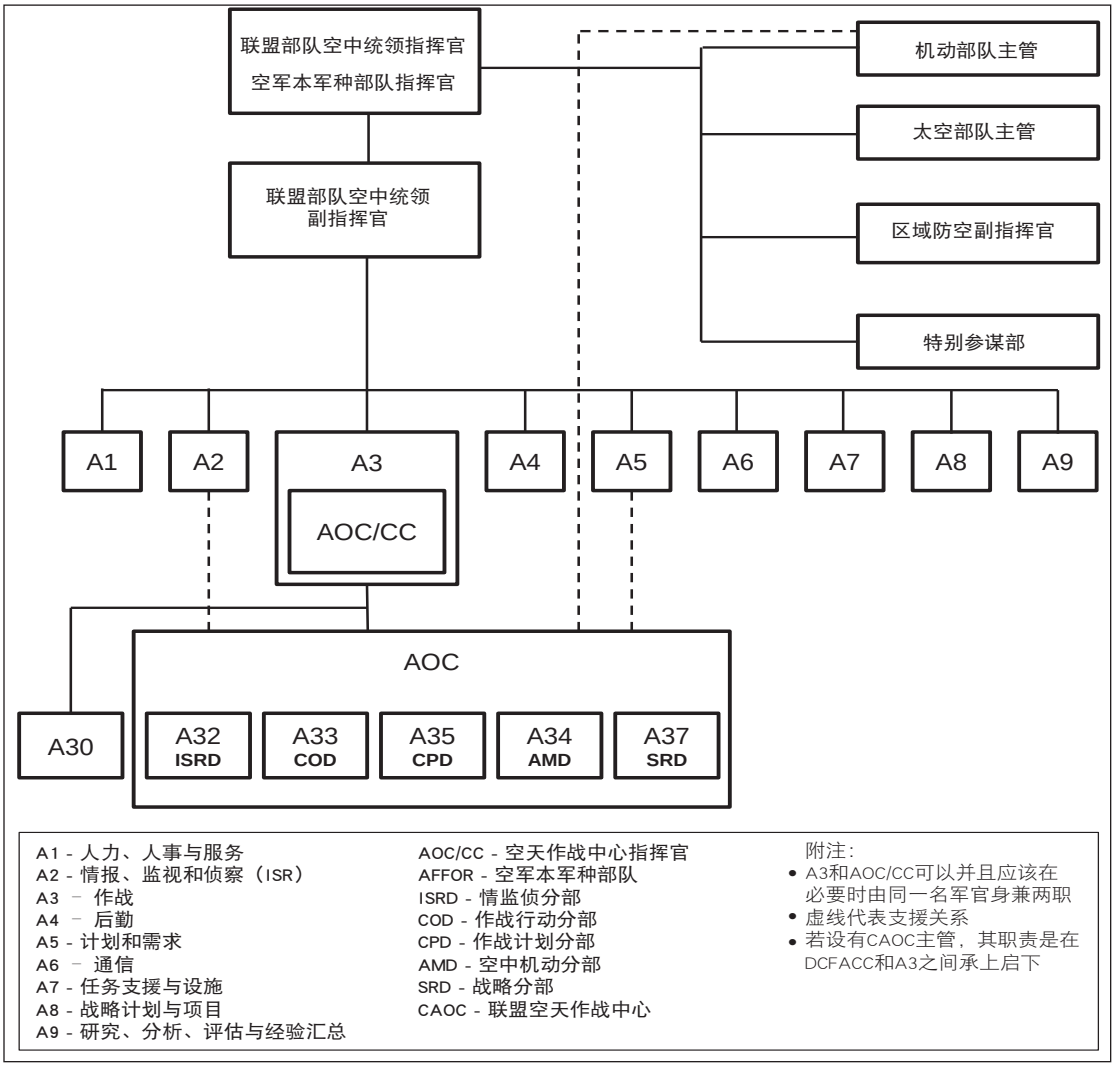


图 1：建议的空中组成部队结构框架

空中组成部队中，除了作战单位、作战主管部（A3）和空天作战中心（AOC）之外，其它“A”字头部门与其所属的作战司令部和兄弟军种组成部队之间的定位在作战准则和实战中都很清楚。例如，空中组成部队的人力、人事与服务主管部（A1）或后勤主管部（A4）与联合参谋部的“J”字头人力和人事主管部（J1）及后勤主管部（J4）之间的关系和定位完全对应，很容易理解。但是，当我们把 A3 部和 AOC 分部的功能与联合参谋部中对应的 J3 结构进行比较时，它们之间的关系则不易理清。若要使空中组成部队的所有作战单位实现协力效应并且更好地与联合参谋部保持对应，我们应该改变现有结构，即把 AOC 纳入 A3 部，从而端正主次，构成配备参谋及作战中心的空中组成部队，而不是与空中组成部队并列的参谋部和作战中心。

目前的空中组成部队结构

现有的 AOC 结构起源于越战期间的战区空中控制系统（TACS）。在海湾战争之后，当战术空军司令部和战略空军司令部合并组成空中作战司令部时，TACS 正式转变为 AOC，并且后来确立为 AN/USQ-163 Falconer（训鹰者）武器系统。在“持久自由”和“伊拉克自由”行动开始之后，空军意识到需要有正式的训练课程和标准化计划。2004 年，空军在佛罗里达州赫尔伯特基地开始实施 AOC 正规训练计划。此外，弗吉尼亚州兰利空军基地的空天作战中心实验部（AOC-X）继续指导武器系统开发，提供标准化框架和新概念实验台。[1]

基于 AOC 历史和现有结构框架，空中组成部队是一个单一实体，由两个部分组成——空天作战中心即 AOC 和空军本军种部队即 AFFOR——这两个部分都对空中作战负有 C2 责任。空军作战准则 2014 年更新之前的旧版，对于空军本军种部队指挥官（COMAFFOR）同时担任联合部队空中统领指挥官（JFACC）这种身兼两职的现象，总有一种说不清道不明的尴尬，于是文件中对辅助 COMAFFOR 和辅助 JFACC 的参谋人员做了明确的区分。根据联合出版物 3-30《联合空中作战的指挥与控制》，“JFC［联合部队指挥官］通常会把 JFACC 责任指派给具有执行任务的兵力优势，能够有效地计划、下达任务命令和控制联合部队空中作战的组成部队的指挥官。”[2] 但是，诚如先前版本的空军作战准则和历史现实所示，COMAFFOR 通常总是兼任 JFACC，这不仅是因为空军在组成部队中占兵力优势，而且还因为空军能够通过 AOC 指挥与控制空中力量。另一方面，作战准则却又建议，出于人员配备和工作量分配等考虑，AFFOR 的参谋人员应该尽最大可能避免身兼两职或三职。[3] 直到作战准则最近更新之前，空军作战准则第 1 号文件仍然把空军思维中的联合部队组织架构描述成 COMAFFOR 和 JFACC 是两个不同的职位结构（图 2）。

尽管 COMAFFOR 和 JFACC 常常是同一个人，由同一名空军将官担任，空军指令（AFI）13-1《作战程序 ——空天作战中心（AOC）》却主张，该同一个指挥官应依靠两个不同的参谋班子行使其两个不同职位的职责。然而该指令又模糊和混淆了相关的 C2 职权。该指令规定，COMAFFOR 应该行使作战和行政控制权，而 JFACC 应该行使战术控制权。但是，就在紧接着的下一段文字中，该指令指出：“AOC 使得 JFACC 能够行使天空和太空部队的作战层面 C2 权。”[4] 明显地，该指令自相矛盾，造成混淆。而这种混淆在 AOC AFI 指南说明中进一步加剧，该文件称：“C-NAF［组成部队编号航空队］司令部将有适当的结构、

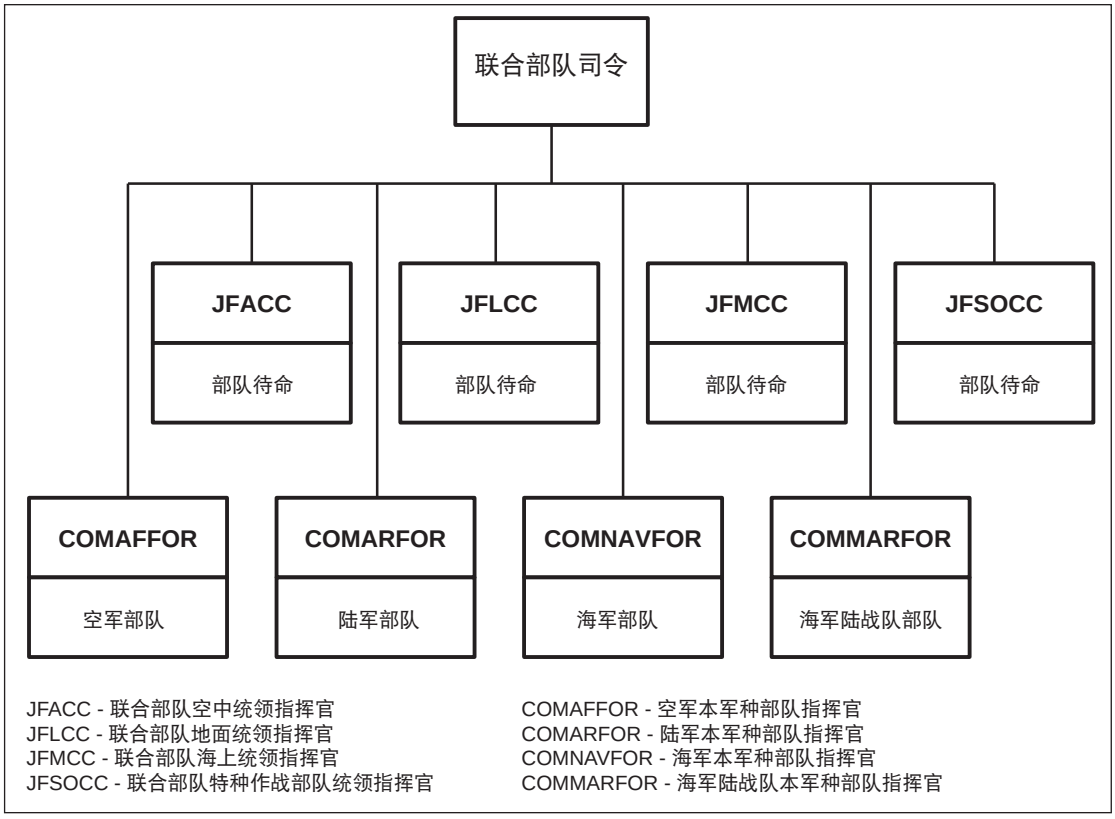


图 2：由功能部门和军种部门组成的联合部队组织架构。（取自：Air Force Doctrine Document 1, Air Force Basic Doctrine, Organization, and Command [AFDD1：空军基本准则、组织和指挥], 14 October 2011, 90, http://www.bits.de/NRANEU/others/END-Archive/AFDD1(11).pdf.）

装备、人员配备和训练，以对隶属于或配属给该组成部队统领指挥官（UCC）的天空、太空和网空部队的日常行动实施 C2，并且能够接受额外的 AOC 部队，用于 UCC 增加任务命令下达和指示。组成部队编号航空队的结构通常如图所示”（图 3）。[5] 在该文件所描述以及在作战实践中，编号航空队指挥官实际上领导着一个分成两半的司令部——AOC 和 AFFOR——两者的职能和责任分别由不同的空军指令文件予以界定，从而使天空、太空和网空作战的指挥控制中出现缺口和裂缝的可能性进一步加大。

如何调整结构

空军指令 AFI 指南和以往作战准则的思维定式，框定了空中组成部队组织架构的形成，但是作战司令部、联合部队伙伴和联盟部队伙伴总是不能清楚地理解空军的 AFFOR 与 AOC 之间的区别，而且，这种不理解不仅仅存在于联合 / 联盟部队伙伴之中。如果对空军各部门做一次调查，很可能会发现，即使在空军内部，许多官兵也不完全理解作战准则和空军指令所界定的 AFFOR 和 AOC 的职能。缺乏理解其实并不意外。目前，在空中组成部队内部，AOC 和 AFFOR 作战单位在

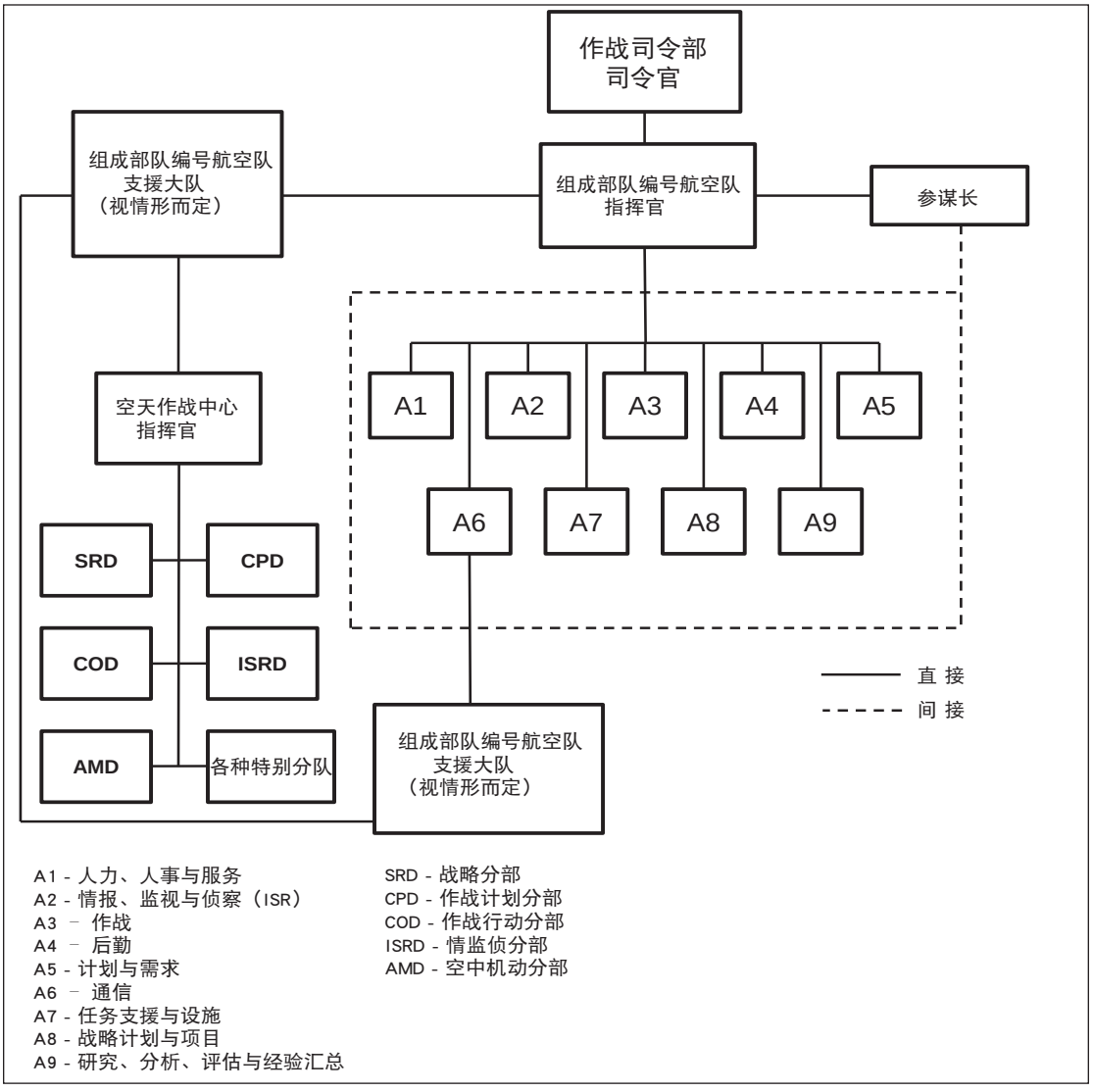


图 3：目前的空中组成部队结构框架。（改编自 Air Force Instruction 13-1AOC, vol. 3, Operational Procedures—Air Operations Center [AOC] [作战程序 — 空天作战中心（AOC）], 2 November 2011 [incorporating change 1, 18 May 2012], 12, http://static.e-publishing.af.mil/production/1/af_a3_5/publication/afi13-1aocv3/afi13-1aocv3.pdf.）

计划制订、协调和执行方面的责任分界，经常模糊不清和相互重叠，导致误解丛生和效率低下。

借助 2014 年 11 月更新作战准则的机会，空军大刀阔斧地修正了一些问题较为严重的作战准则概念。现在，空军的作战准则开启了解决目前空中组成部队组织架构内在低效问题的大门。更新后的作战准则反映了历史实践，并且提供了实施框架，便于 COMAFFOR 兼任 JFACC，通过 AFFOR 和 AOC

实施指挥控制。[6] 这样，空军 AOC 将能够方便地演进成为联合或联盟 AOC，使得联合 / 联盟部队伙伴可以更好地整合到空中组成部队。[7] 此外，更新后的作战准则强调 AFFOR 和 AOC 应该建立习惯性共同工作关系，有助于克服因分开的参谋班子各自为政所产生的问题。[8]

尽管空军的 C2 作战准则已趋成熟，更新后的框架内部仍存在结构冗余和效率低下问题。虽然空军本军种部队指挥官即 COMAFFOR 负责确定空军本军种部队即 AFFOR 参谋部和空天作战中心即 AOC 的规模、形态及地点，为作战行动提供最佳支援，但是准则文件中对参谋身兼两职做法的训诫仍然存在，于是往往造成工作重叠，甚至导致出现缺口。[9] 在 AFFOR 内部，A3 行使“首要参谋助理职能……协助指挥和控制所有隶属和配属的空军本军种部队，”并且是“实施 AOC 职权范围外的组成部队作战行动的中心点。”[10] 相似地，AOC“是空中统领指挥官的 C2 中心，提供规划、指挥和评估隶属和配属部队活动的能力”。[11] 尽管作战准则和空军指令都没有明确规定，空中组成部队实际上往往把当前作战行动指派给 AOC，而把未来作战行动指派给 AFFOR/A3。这两部分参谋人员的任务都是规划、指挥和控制隶属和配属部队，但是作战准则和空军指令指导文件都没有明确划分他们各自的责任。如前所述，这种职能重叠导致混乱，说的客气一点，至少是工作重复。更令人不安的是，这种状况还可能造成衔接的缺口或者作战响应的缺失，从而对作战结果产生负面影响。

混乱和效率低下不仅发生在空中组成部队内部。上述的当前作战行动（AOC 负责）和未来作战行动（A3 负责）之间的分界，有可能与作战司令部及兄弟军种组成部队在计划制订和执行方面造成裂缝。因为这种裂缝，AFFOR 和 AOC 参谋人员在与联合部队中其他对应部门的日常互动中会造成混乱，因为作战司令部和其他各组成部队作战主管部（J3、G3、N3）都是既负责当前作战行动也负责未来作战行动。在作战司令部各参谋部和联合部队特遣队，各组成部队的作战中心直接听从作战主管部的命令——只有空中组成部队是异类。在空军，AOC 列于 AFFOR/A3 参谋部编制之外，从而成为一个独立和有点虚幻的单位。于是，当联合参谋部需要同空中组成部队互动时，他们往往不知道究竟应该找谁——是 A3 参谋部还是 AOC? 在实践中，作战司令部和组成部队作战主管们往往倾向于找空中组成部队副指挥官（或者有联盟空天作战中心 [CAOC] 主管时找该主管），而不找空中组成部队作战主管（AFFOR/A3）。在目前的空中组成部队组织架构中，空中组成部队副指挥官实际上对当前和未来作战行动实施最低级别的监督和整合。在联合部队和组成部队参谋部，也有类似的较低级别监督和整合——具体而言，在作战主管层次。

为了与其他军种组成部队和联合参谋部形成协力效应，并且减少现有的裂缝和 / 或缺口，AOC 作为一个“作战中心”——而且是战斗力极强的“作战中心”—— 应该并且能够置于作战主管部的领导之下。AOC 职权范围以内和以外的责任究竟如何分界，尽管在实际执行中有常例可循，但是有关 AOC 和 AFFOR 的空军指令都没有十分明确的说法。鉴于双方过去的责任相似，而且双方都希望能建立习惯性共同工作关系，为什么不能遵照联合作战准则，索性把 A3 和 AOC 置于同一个更能产生协力效应的组织架构中，从而与联合作战界各方的结构完全对应？[12]

建议的组织结构框架

如果按照这个新的组织架构来配置 AOC 和 AFFOR 的人员，将需要采纳综合性敏捷方法。空中组成部队通常按照稳定状态零阶段作战要求配备人员，不太考虑超越该阶段的应急作战。因此，在任何紧急事态的初期阶段，空中组成部队的空军有关官兵需要拥有能在 AOC 或 AFFOR 行动所需的基本能力和灵活性，以能满足紧急的关键作战要求。无论是今天作为 A3 部成员协调战区所需的空中资产，还是明天在 AOC 岗位参与制定使用这些资产的空中任务命令，最关键的是灵活性。随着紧急事态发展到超过稳定状态零阶段，可能需要正式补充人员，以使那些临时抽调的 AOC 和 AFFOR 官兵能够返回其正常的 AOC 或 AFFOR 职责。因此，必须有一个切实可行的流程，能够在紧急事态从零阶段上升到第三阶段的过程中增强人员配备，并且在紧急事态消除时使人员配备恢复原状。

为了获得这种作战灵活性，空军将需要修改目前施行的 AFFOR 和 AOC 人员训练系统。在这两个部分任职的所有空军官兵都应该接受空中组成部队核心训练，加上必要的 AOC 或 AFFOR 专门技能训练。这么做并不冲销 AOC 作为武器系统的概念。AOC 作为一个武器系统和 AOC 作为一个组织，两者之间有区别：当 AOC 作为武器系统时，类似于空军的任何主要武器系统，它要求有资金、后勤支援和人员，才能成为一个可使用的作战单位。[13]

把 AOC 整合到 A3 中，不会导致组织结构有重大改变。这个结构将适合隶属于组成部队编号航空队（C-NAF）或联合作战组成部队主要司令部（C-MAJCOM）架构中的 Falconer（训鹰者）AOC。但是，无论这种架构是在 C-NAF 还是在 C-MAJCOM，传统的 AFFOR 功能将继续。在任何情况下，AOC 将继续是一个拥有五个分部的实体——和其目前的存在形式一样。不过，AOC 内部将有下列小变化，以使空中组成部队与联合部队更好地对应：

- 空天作战中心指挥官（AOC/CC）可以同时担任空军本军种部队 A3 部主管（AFFOR A3）。
- AOC/CC 兼任 AFFOR A3 部主管的情况过去也有，由一名军官同时担任联盟空天作战中心（CAOC）作战主管和中央司令部空军前线指挥所作战主管。
- 这样的安排最适合 A3 和 AOC/CC 职位要求相等军衔级别的 AOC。在 C-MAJCOM 架构中，A3 部主管通常是一名将官，AOC/CC 直接受 A3 领导。
- AOC/CC 将继续是需要指挥官甄选委员会审批的职位。

在提议的空中组成部队结构中，特种参谋人员功能不应该在 AOC 和 AFFOR 中重复设置，而应该相辅相成和相互整合。[14] AOC 的五个分部将继续存在，必要时接受来自组成部队其他部门的直接支援。AOC 的功能将保持不变，但其各部门的命名将参照典型的联合参谋部框架命名方式：

- A30 将为 A3 提供传统的 AFFOR 功能。
- A32 情监侦分部（ISRD）将获得 AFFOR A2 的直接支援。ISRD 容纳传统的情报职能职位，将受惠于 A2 人员的直接支援。
- A33 作战行动分部（COD）和 A35 作战计划分部（CPD）将获得 A3 的直接支援。

- A33 COD 与传统上部署在联合部队或特遣部队参谋部的作战中心保持紧密对应。
- A35 CPD 重点关注未来 72 小时，因此属于关注近期未来作战行动的传统型 J35 参谋分部的同一时间框架。
- A34 空中机动分部也将获得 A3 的直接支援，另外将继续获得机动部队主管的援助，“借以确保战区间和战区内空中机动作战行动的有效整合，以及［促进］战区内空中机动作战行动。”[15]
- A37 战略分部（SRD）将获得 AFFOR A5 的直接支援，同时将支援 A3 作战行动。A37 SRD 处于一个独特的地位，既像负有未来作战行动责任的传统型 J35 参谋分部，又像负有战略和未来作战计划责任的 J5 参谋部。在 A37 SRD 内部，战略指导处更像 J35，关注未来 96 小时，而战略计划组则与 J5 保持一致，关注五天以外的视野。作战评估处则与典型的 J5 参谋部的人员功能保持一致。

今后的方向

历史上，空中组成部队一直是一个异类。最近的作战准则修改使得空军可以抓住机会，提高空中组成部队的作战效力。把 AOC 纳入 A3 架构，既不是别出心裁，也不是一个新概念。这个概念尽管不符合空军指令的指导思想和以前的空军作战准则，但是实际上已经以各种不同的形式被采用。无论是过去的作战实况、军事演习，还是当前采取的提高参谋部人力效率措施，都证实了把 AOC 纳入 A3 架构有其可取之处。最近的作战准则修改给予我们一个机会，可以借此调整空中组成部队结构和更新相关的空军指令及训练，使得作战指挥官能够在联合部队作战中更好地使用天空、太空和网空作战能力。我们或者保持现状，让空中组成部队继续成为异类，继续面对由我们自己造成的 AOC 和 A3 之间的作战缺口和裂缝；或者可以抓住目前的机会，从而端正主次，构成配备参谋及作战中心的空中组成部队，而不是与空中组成部队并列的参谋部和作战中心。我们必须头脑清醒，才能实现这个目标。★

注释:

1. Lt Col Joseph H. Justice III, “Airpower Command and Control: Evolution of the Air and Space Operations Center as a Weapon System”［空中力量的指挥与控制：空天作战中心作为武器系统的演变史］, research paper (Carlisle Barracks, PA: US Army War College, 2004), http://www.dtic.mil/cgi-bin/GetTRDoc?AD=ada423705.
2. Joint Publication (JP) 3-30, Command and Control of Joint Air Operations［联合出版物 JP 3-30：联合空中作战的指挥与控制］, 10 February 2014, II-2, http://www.dtic.mil/doctrine/new_pubs/jp3_30.pdf.
3. Curtis E. LeMay Center for Doctrine Development and Education, Volume I, Basic Doctrine［空军作战准则，第一卷，基本作战准则］, 27 February 2015, 71, 90, https://doctrine.af.mil/download.jsp?filename=Volume-1-Basic-Doctrine.pdf.
4. Air Force Instruction (AFI) 13-1AOC, vol. 3, Operational Procedures—Air Operations Center (AOC)［空军指令：作战程序 — 空天作战中心（AOC）］, 2 November 2011 (incorporating change 1, 18 May 2012), 5, pars. 1.1.1-1.1.2, http://static.e-publishing.af.mil/production/1/af_a3_5/publication/afi13-1aocv3/afi13-1aocv3.pdf.
5. 同上，第 11 页。

6. Curtis E. LeMay Center for Doctrine Development and Education,“Command and Control Mechanisms”[指挥与控制机制], in“Annex 3-30, Command and Control”[附件 3-30，指挥与控制], 7 November 2014, 41, https://doctrine.af.mil/download.jsp?filename=3-30-Annex-COMMAND-CONTROL.pdf.

7. Curtis E. LeMay Center for Doctrine Development and Education,“Air Operations Center”[空天作战中心], 列入“Annex 3-30, Command and Control”[附件 3-30，指挥与控制], 42-43.

8. Curtis E. LeMay Center for Doctrine Development and Education,“Air Force Forces (AFFOR) Staff”[空军本军种部队（AFFOR）参谋人员], 列入“Annex 3-30, Command and Control”[附件 3-30，指挥与控制], 44-45.

9. 同上。

10. 同上，第 107 页

11. 同注释 7, 第 42 页。

12. JP 3-0, Joint Operations [JP 3-0：联合作战], 11 August 2011, IV-10, http://www.dtic.mil/doctrine/new_pubs/jp3_0.pdf.

13. AFI 13-1AOC, vol. 3, Operational Procedures—Air Operations Center (AOC) [作战程序 — 空天作战中心（AOC）], 5, par. 1.1.

14. 同注释 2，第 E-3 页。

15. 同注释 2，第 III-28 页。

查尔斯・布朗，美国空军中将（Lt Gen CQ Brown Jr., USAF），得州理工大学理学士，Embry-Riddle 航空大学航空理科硕士，现任驻西南亚美国空军中央司令部司令，作为美国中央司令部空中组成部队指挥官，负责为涵盖中亚与西南亚 20 国的责任区制定应急规划并执行空中作战行动。将军在 1984 年以优秀成绩毕业于得州理工大学，经预备役军官训练团获授军官衔。他曾担任中队及联队层级的多种职位，包括在美国空军武器学院担任 F-16 教官。他担任过的参谋职务包括空军参谋长随从副官，空军部长和空军参谋长执行行动组组长，以及美国中央司令部作战部副部长。他也曾在国防分析研究所担任国防研究员。将军指挥过一个战斗机中队、美国空军武器学院，及两个战斗机联队。担任现职以前，他在德国拉姆施泰因空军基地担任美国驻欧非空军司令部作战、战略威慑与核作战整合部部长。将军是指挥飞行员，拥有超过 2,890 小时飞行经验，包括 95 小时战斗经验。

里克・福尼埃，美国空军中校（Lt Col Rick Fournier, USAF），得州农工大学理学士，得州理工大学理科硕士，高级军事研究学院军事艺术科学硕士，现担任第 609 空天作战中心战略规划主任，同时担任驻弗吉尼亚州兰利空军基地空中作战司令部规划、项目及需求部作战推演和概念处处长。中校于 1998 年自得州农工大学预备役军官训练团获授军官衔。他曾担任多种中队及联队级别职务，包括大队标准化与评估主任，及联队执行官。他也曾在得州胡德堡陆军基地担任空军联络官。中校是 B-1B 飞行教官，拥有超过 1,550 小时飞行经验，包括 429 小时战斗经验。

派驻网战联络官，确保联合部队空中统领指挥官整合进攻性网空作战效应

The Joint Force Air Component Commander and the Integration of Offensive Cyberspace Effects: Power Projection through Cyberspace

贾森·加耿，美国空军上尉（Capt Jason M. Gargan, USAF）

网空能够提供很多良机，援助在战场作战的联合部队空中统领指挥官（JFACC）。本文解释JFACC如何能够透彻理解、整合和指挥与控制（C2）进攻性网空作战，形成有效的作战计划，并产生完成作战任务所需的作战效应。只要点击几个键就有可能摧毁敌方一体化防空能力，几乎所有的人都会对这个念头着迷。至少从理论而言，网空战士能够轻而易举地在适当的时间和地点摧毁敌方目标，不必使用成本昂贵的动能武器。进攻性网空作战具有在作战空间提供此类力量投送效应的潜力，但是，JFACC如何才能掌握、整合和指挥与控制进攻性网空作战？

人们长期关注的一个重点，是进攻性网空作战如何与JFACC直接连接。本文试图提出一个能在联合参谋部2013年颁布的“实施网空作战指挥与控制”执行令的制约条件范围之内运作的解决方案。该执行令界定了两个C2框架，对于理解本文讨论的建议很重要：一个是直接支援模式（现行的模式），另一个是作战控制权（OPCON）模式。执行令把这两个模式都界定为过渡方式，便于指挥关系、权限和作战能力集结的最终完善。

JFACC = 联合部队空中统领指挥官
C2 = 指挥与控制
OPCON = 作战控制权
JACCE = 空中组成部队协调官，空军协调官

在直接支援模式，理解进攻性网空作战整合的最佳途径是把网空领域的部队视为与空中、地面和海上组成部队处于同等地位的一支组成部队。尽管如此，空中组成部队获得网空组成部队的进攻性网空作战部队的支援（目前，网空组成部队的OPCON属于作战司令部辖下联合部队指挥部网空部）。作战司令部辖下的这些进攻性网空作战部队为JFACC提供新的机会，使其能在作战空间实现空中组成部队的作战效应和目标。理解网空作战部队的OPCON对于联合部队中所有的组成部队都很重要，因为这些组成部队可以通过进攻性网空作战任务领域实现各自的目标。归根结底，JFACC并不拥有（以后也不会拥有）进攻性网空作战部队（即使这些战士穿着空军制服），但是他将获得最终将成为联合部队网空统领指挥官的支援（在OPCON模式）。

若要有效地整合进攻性网空作战，JFACC必须熟悉可用的网空作战部队、网空作战指导以及本文提议的联络官岗位。JFACC不可对各种网空作战计划制订和执行因素一无所知。网空作战计划制订准则以空中作战计划制订准则为样板，但是有其自身的领域特定性计划制订、目标选定和执行考量。本文将进一步阐述网空部队、作战指导和派驻联络官的重要性，藉以显示进攻性网空作战如何能够与空中作战的其余部分整合。

网空作战指导

若要完全整合进攻性网空作战效果，JFACC 必须透彻了解为了支援联合空中作战任务而需要规划、协调和实施的网空作战能力。JFACC 在何时何地需要有某种程度的网空优势？对于这个问题，典型的回答是：“视具体情况而定。”计划制订因素包括战役所处的阶段、JFACC 为了支援联合部队司令部的总体优先任务而试图实现的目标，以及作战司令部可用的网空部队。网空作战必须紧密地融入空中组成部队的作战规划，否则对空中组成部队完成任务无所助益。因此，JFACC 应该为提供支援的网空部队拟订作战层面的指导。根据联合出版物 JP 3-30《联合空中作战的指挥与控制》，“在计划制订和执行过程中，确认和整合这些［网空］部队作战能力非常重要。”[1]

对于进攻性网空作战的作战层面指导，应通过联合空中作战的标准指令形式发布——即联合空中作战指令和空中作战指令——从而确保该指导获得 JFACC 的重视，并且所要求的作战效应能够达到或支援空中组成部队的总体目标。在确定所要求的作战效应可经由网空行动而实现之后（即存在进入途径、已获得授权、作战能力与攻击目标匹配，以及有可用的部队之后），该空中作战指令必须包括明确阐述的战术目标、任务，以及在预定执行时段内的性能和效果衡量标准。在有些情况下，此任务将支援一个已存在的战术目标——也就是说，战术目标包括可以由空中资产及进攻性网空资产执行的任务。在空中作战指令中包括预定的网空作战效应之后，JFACC 将可通过正常的联合目标选定循环流程获得反馈，从而把进攻性网空作战整合到 JFACC 的既有标准流程中。尽管进攻性网空作战的效应往往在接近冲突发起的时候实施，空中组成部队计划制订人员也可以考虑其他实施时间，用以威慑敌方，阻止其扩大侵略行为。

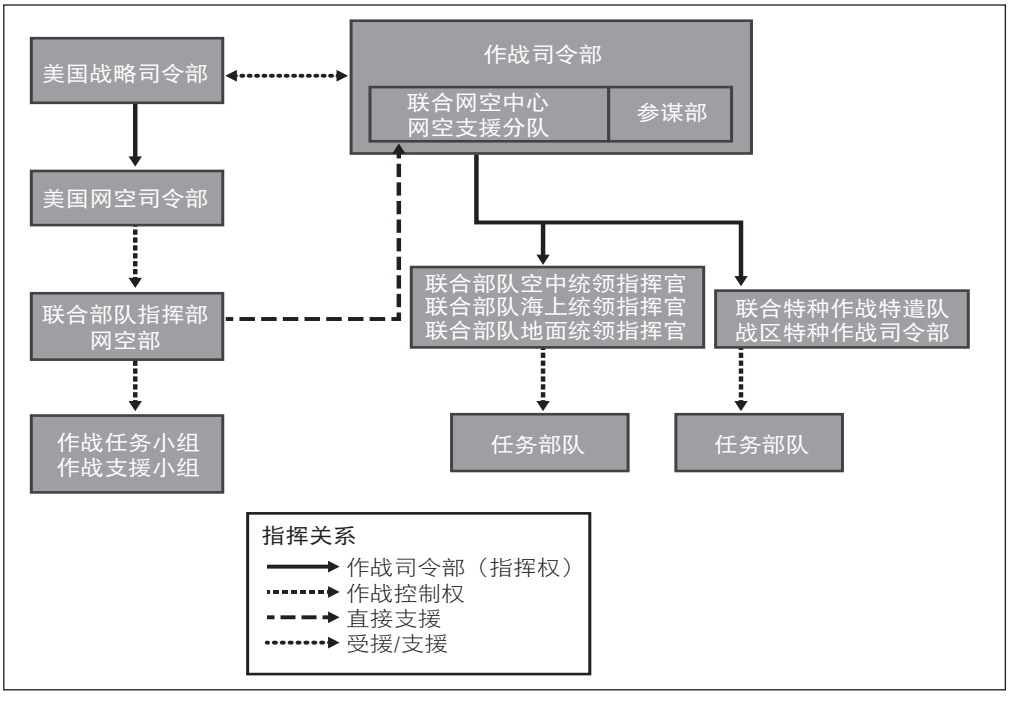
在制订作战计划时，关于网空资产（不是空中资产）的使用，有一个因素需要考虑，这就是进攻性网空作战为生成效应需要收集情报因而需要更长的先期准备时间。进攻性网空作战的目标选定应该很早就提出要求，要早于传统的空中资产目标选定，而且应该保持长期关注。往往，目标不可能在几天内完全选定，而需要几个星期，几个月，甚至几年的时间。

网空部队结构

如前所述，了解可用的部队及其组织结构是网空作战计划制订流程、整合和 C2 的一个重要部分。根据具体情况，JFACC 可以充分利用联合网空部队提供的进攻性作战效应，支援空中组成部队的作战目标。现有的 C2 框架——直接支援模式——含有关键的进攻性网空作战组织结构，能够协调和执行这些作战行动：作战司令部联合网空中心、联合部队指挥部网空部以及进攻性网空作战战术单位，包括作战任务小组和作战支援小组（请参看下面的图表）。每个 JFACC 都应该花费足够的时间了解各自的作战司令部在确立联合网空中心任务方面取得的进展。

联合网空中心和网空支援分队

联合网空中心负责三条网空作战线：国防部信息网络作战、防御性网空作战以及进攻性网空作战，其中包括支援作战指挥官目标的地区性、国家性和联盟作战能力。此外，该中心还负责协调和整合网空作战行动和效应，并使之与作战司令部辖下其他作战领域里的作战行动同步实施。联合网空中心接受



图：作战司令部的直接支援模式进攻性网空部队

美国网空司令部网空支援分队的直接支援。每个作战司令部的联合网空中心都有一个相关的网空支援分队，该分队承担直接支援责任，并且向美国网空司令部回取必要的支持。

联合部队指挥部网空部

根据上文所述的联合参谋部执行命令，美国网空司令部指定构成网空任务部队的各军种网空组成部队（空军的网空组成部队称为 AFCYBER）作为联合部队的本军种网空指挥部，并指示各军种网空指挥部支援特定的作战司令部。这些网空指挥部提供网空领域专业知识，使得受援作战司令部参谋人员能够把必要的作战层面和战术层面网空计划制订活动整合到作战计划中。此外，联合部队指挥部网空部执行对作战任务小组和作战支援小组等战术火力单位的作战控制权（OPCON），这些分队归属其各自所属作战司令部内的特定目标组。联合网空中心、网空支援分队和联合部队指挥部网空部使得作战指挥官（或联合部队指挥官［若有］）能够通过对配属的作战任务小组和作战支援小组的指挥实现网空作战行动的统一指挥和统一行动。

作战任务小组 / 作战支援小组

作战任务小组重点关注作战指挥官的目标，并在网空内和通过网空投送力量，而作战支援小组则向作战任务小组提供形势分析和发展支援。在这两种 C2 框架中，若要利用作战任务小组的作战能力，空中组成部队计划制订人员必须提出网空作战效应请求，以支援 JFACC 的目标。就像飞机的数量有一定的限度一样，作战任务小组和作战支援小组

的数量也有一定的限度。因此，空中组成部队提出的每一个请求，不一定都会立即予以实施。联合网空中心将审查并核实各组成部队提出的所有请求，确保请求的效应能支援相关组成部队的目标，并且提出的请求是作战指挥官愿意投入其辖下作战任务小组和作战支援小组的有限资源去实施的请求。显然，JFACC 必须确信网空计划制订人员能够与相应的联合网空中心密切协调。

设立网空部队主管的做法不可行

目前，空军竭力主张设立网空部队主管职位，协助 JFACC。这个职位名称并不陌生，但是设立这个职位涉及许多问题，其中最引人注目的是，它违背联合参谋部界定联合网空中心内协调权限（直接支援模式）或联合部队网空统领指挥官协调权限（作战控制权即 OPCON 模式）的执行令，因为“网空统领指挥官”这个名称暗示该职位享有像其他类似职位一样的协调权限。

空军中央司令部希望设立网空部队主管职位的初衷，是利用网空作战支援空天作战中心。该司令部参照太空部队主管职位和机动部队主管职位设立网空部队主管职位。设立网空部队主管职位的目的是，让一名网空作战资深专家协助空军本军种部队指挥官。在空军中央司令部于 2014 年 6 月确定设立网空部队主管职位的概念之际，联合参谋部开始构建网空任务部队，发布了上文所述的 2013 年联合参谋部关于“实施网空作战指挥与控制”的执行令。

在联合特遣队内，联合部队各组成部队指挥官通常把太空协调权限委派给 JFACC。[2] 在这种情况下，太空部队主管是 JFACC 在太空作战方面的主要顾问。在联合部队内，每支组成部队都知道若要在联合作战区域协调对太空的需求，应该找太空部队主管。因此，尽管太空部队主管是在 JFACC 辖下，他应“根据 [联合部队组成部队] 的需求轻重缓急向 [联合特遣队] 提供经由太空产生的作战效应。”[3] 同样地，机动部队主管具有联合部队全局观念，对联合部队组成部队的内部和外部空中机动作战负有责任。机动部队主管承担协调所有相关司令部和机构的机动作战行动的权限。如前所述，如果联合部队内的某支组成部队需要机动作战专业知识或建议，他们知道应该找机动部队主管。另外，还有一点很重要，联合出版物对太空部队主管和机动部队主管都有认可，但是没有提及网空部队主管。[4] 2013 年 2 月 5 日发布的联合出版物 JP 3-12(R)《网空作战》也没有提到网空部队主管职位。

在联盟空天作战中心的网空部队主管不拥有像太空部队主管和机动部队主管一样的协调权限。太空部队主管和机动部队主管是联合特遣队级别的职位，他们是各自所属专业领域的首要顾问。然而，在空军中央司令部架构内，配属给联盟部队空中统领指挥官的网空部队主管不是联合特遣队级别的网空作战负责人，相应的该级别责任由网空任务部队架构内的联合网空中心承担。此外，作战司令部的联合网空中心接受联合部队指挥部网空部的直接支援，后者则对相应的作战任务小组和作战支援小组拥有作战控制权（OPCON）。

在空军中央司令部架构外，现在主张设立网空部队主管职位的呼声很高。有一个疑问尚未得到充分探讨：创建网空部队主管职位究竟能解决什么问题？当该主管履行其日常职责时，会有什么变化或改进？网空部队主管职位对于网空任务部队的进攻性网空作

战任务不拥有任何权限，此等权限来自美国网空司令部，通过联合部队指挥部网空部贯彻到作战任务小组。假定进攻性网空作战是JFACC最关心的任务类型，网空部队主管的作用将仅仅是与相关部门协调以支援JFACC的进攻性网空作战请求。除此以外，网空部队主管对于防御性网空作战和国防部信息网络作战也不拥有任何权限。

导致网空部队主管职位重新进入讨论话题的原因其实已经清楚：JFACC未能从网空部队获得足够的支援和整合。网空部队主管被视为解决这个问题的答案，但是这个职位也许只是问题解决方案的一小部分。真正的问题不仅仅是缺少“某人”协调与网空有关的所有事务，而是空中组成部队在组织、训练和装备方面存在的一个典型问题。空军必须重新评估网空专业人员（包括以网空为主的情报人员)在各空天作战中心部门的定位。目前的组织架构是让网空专业人员组成一个专门小组,这样无法完全整合网空作战效应。若要使空中组成部队实现多领域作战中心的最终目标，必须把非动能打击效应计划制订人员部署在战略、作战计划、作战行动和情监侦各分部里面。凡是实施直接支援模式，来自联合网空中心和联合部队指挥部网空部的联络人员必须被纳入空中组成部队，担任网空作战协调官职位，就像海军陆战队、海军和特种作战部队派遣的联络官与各组成部队整合一样。最后，空中组成部队的网空计划制订人员缺乏合适的以情报为主导的计划制订系统。这方面的工作仍有待改进，而且也不是只有JFACC的作战行动面临这个问题。

解决方案：联合部队空中组成部队对外派遣协调官

过去的经验已经证明，JFACC与其他组成部队指挥官司令部进行协调的一个行之有效的方法是，向联合部队其他作战单位派遣空中组成部队协调官（JACCE)。那么，如果也派遣一个JACCE到联合网空中心，专门支援JFACC的作战目标，可使未来的网空组成部队了解航空部队的观点，有助于加强进攻性网空作战任务的计划制订、整合和执行。美国空军退役上将迈克·豪斯杰（Gen Mike Hostage，USAF，retired）在《空天力量杂志》2010年冬季刊曾发表《占据一席：向空军协调官放权》一文，主张不仅应该派遣JACCE到联合部队各组成部队，而且应该确保其日常互动、资源和权限与其任务相配。[5] 因此，JFACC应该确保有文件载明派遣到联合网空中心的JACCE拥有何等权限。JACCE将获得各分部和各参谋部内空中组成部队网空计划制订人员的支援。

派遣JACCE到联合网空中心（或未来网空组成部队）的概念，同空中组成部队派遣JACCE到其他组成部队一样。通过派遣JACCE等行之有效的整合空中组成部队作战行动的方法，空中组成部队将能以更好的构建形式，成功地整合网空作战以实现JFACC的意图，同时又能在组织架构上与网空任务部队保持一致，在后者的制约条件下有效作战。JACCE已经在负责协调整合多种需求，例如“空域协调措施、火力支援协调措施以及近距离空中支援、空中机动和太空需求”等。[6] 现在,应该在这份清单中添加网空作战。

如上文所述，联合网空中心也应该派遣网空联络官到空中组成部队，以便整合联合网空作战。实现与各个组成部队的协调，是

联合网空中心渐趋完善的一个重要步骤。派遣到空中组成部队的网空作战联络官将协助规划和整合联合网空作战效应。该联络官的职能类似于特种作战部队联络官、战场协调分队（陆军联络组）、海军和两栖部队联络分队以及海军陆战队联络官，这些都是空中组成部队中已确认的联络岗位。现在，空军应该通过再设一个 JACCE 岗位，重点关注和规划其网空作战行动，该 JACCE 汇集来自所有三个网空任务领域的网空专家——国防部信息网络作战、防御性网空作战和进攻性网空作战——因而能够确保 JFACC 的作战意图和优先目标得以实现。

结语

联合部队空中统领指挥官即 JFACC 如何才能掌握、整合和指挥与控制进攻性网空作战？他可以这么做：了解可用的网空部队并请求他们提供支援，理解网空作战指导和联合参谋部关于“实施网空作战指挥与控制”的执行令，并且通过派遣一名空中组成部队协调官即 JACCE 到联合网空中心（或网空组成部队），为 JFACC 利用进攻性网空作战奠定组织架构基础。然后，JFACC 可以在空中组成部队内调整人员配备，把网空计划制订人员安排到各个合适的分部（不是组成一个专门小组），使要求的攻击目标和效应与联合空中作战计划和空中作战指令中的 JFACC 作战目标相连接，其中包括联合网空中心提供的网空支援。最后，JFACC 可以与联合网空中心和联合部队指挥部网空部合作，在空中组成部队内设立对应的网空作战联络官职位，确保网空部队理解 JFACC 的作战目标及其可以提供支援的领域。★

注释:

1. Joint Publication (JP) 3-30, Command and Control of Joint Air Operations [联合空中作战的指挥与控制], 10 February 2014, I-1, http://www.dtic.mil/doctrine/new_pubs/jp3_30.pdf.
2. JP 3-14, Space Operations [联合出版物 JP 3-14：太空作战], 29 May 2013, http://www.dtic.mil/doctrine/new_pubs/jp3_14.pdf.
3. Curtis E. Lemay Center for Doctrine Development and Education,“Director of Space Forces”[太空部队主管], 收录于“Annex 3-14, Space Operations”[附件 3-14，太空作战], 19 June 2012, [1], https://doctrine.af.mil/download.jsp?filename=3-14-D17-SPACE-OPS-DIRSPACEFOR.pdf.
4. JP 3-14, Space Operations [JP 3-14：空天作战]; 另参看 JP 3-30, Command and Control of Joint Air Operations [JP 3-30：联合空中作战的指挥与控制]; 另参看 JP 3-17, Air Mobility Operations [JP 3-17：空中机动作战], 30 September 2013, http://www.dtic.mil/doctrine/new_pubs/jp3_17.pdf.
5. Lt Gen Mike Hostage,“A Seat at the Table: Beyond the Air Component Coordination Element”[占据一席：向空军协调官放权] (中文版见 2011 年春季刊), Air and Space Power Journal 24, no. 4 (Winter 2010): 18-20, http://www.airpower.maxwell.af.mil/airchronicles/apj/apj10/win10/2010_4.pdf.
6. Curtis E. Lemay Center for Doctrine Development and Education,“The Joint Air Component Coordination Element”[联合部队空中组成部队协调官], 收录于“Annex 3-30, Command and Control”[附件 3-30，指挥与控制], 7 November 2014, [1], https://doctrine.af.mil/download.jsp?filename=3-30-D29-C2-JACCE.pdf.

贾森·加耿，美国空军上尉（Capt Jason M. Gargan, USAF），Bellevue 大学理学士、理科硕士，现任内华达州奈利斯空军基地美国空军武器学院网空一体化主任兼教官，负责将网空和信息作战整合到武器学院所有演练科目中。他编写了多种进攻性网空作战课程教材，向学院全体学员讲授网空效果为战场带来的影响。加耿上尉最近在空军中央司令部联盟空天作战中心战略部建立了网空作战分部。他作为第一个部署到空军中央司令部的网空武器官，负责领导一个进攻性网空火力规划团队，支援“内在决心”行动，打击 Da'esh 恐怖分子。在进入武器学院之前，他是进攻性网空作战武器系统标准化和评估主任，该武器系统为空军网络攻击系统所采用。

多域作战——微妙而重要的军事思想转变

Multidomain Operations: A Subtle but Significant Transition in Military Thought

杰弗里·M·赖利博士，美国空军大学指挥参谋学院教官（Dr. Jeffrey M. Reilly, Air Command and Staff College, Air University）

2011 年 11 月 17 日，时任美军参谋长联席会议主席马丁·邓普西陆军上将向军事教育协调委员会提出一个预言性的问题："联合作战之后是什么？"[1] 五年后的今天，问题似乎依然无解。其实不然，也许，答案可能要从多域作战的概念中寻找。[2] 邓普西将军如此提问，是面对现实有感而发，是认识到以传统做法夺取空、陆、海领域优势，可能不再是有效的作战样式。导致这种演变的主要因素，是先进信息技术的全球扩散。迄今为止，虽然美国在技术上实现了巨变，但是就理解当今时代如何深刻影响未来的军事作战而言，我们仍处在开蒙阶段。强大的、廉价的、唾手可得的商业技术，正洪水般涌向全球，迫使我们开发更加尖端的手段应对军事需要。催生这场军事变革的主要触机，是晶体管的小型化。1965 年，戈登·摩尔发现，集成电路上晶体管的数量大约每两年翻一番。[3] 晶体管控制着电路中的电流传输，晶体管的微型化技术，达到了能把 200 亿个晶体管整合在一个指甲盖大小的超薄计算机芯片上。[4] 因此计算机处理能力每两年就翻一倍，并且这种进步预计能持续到 2020 年。[5] 按照摩尔定律下的倍增速度，我们的安全环境在快速演变，网络、定向能、纳米、机器人、生物等领域层出不穷地推出新技术，其深远效应，已经远远超出常规的预测能力。先进信息技术也在改变我们对多种领域相互依存的看法。由于国家和非国家行为者努力获取各种先进能力，以抵消美国在空中、陆地、海上、太空和网空各作战领域的优势，美国向海外投送常规力量的能力在迅速削弱。[6] 此外，现在也越来越要求低层官兵培养跨域作战思维，这对未来产生关键的作战速度至为重要，只有取得这种速度，我们才能抓住一闪即逝的局部机会，一举击毁敌方系统。[7] 作战环境的诸般变化，加上"新的"财政现状，在迅速改变我们的思考，对威胁，对作战空间，对空中力量概念的理论基础，我们都需要调整思路。

多域作战是战争的永久特点

跨域作战的概念并不新鲜。自古以来，跨域作战就是军事思想固有的组成部分。在伯罗奔尼撒战争期间，雅典人征战西西里岛的灾难性失败，就是一个例证。公元前 415 年，雅典人发动了一场不明智的远征，要征服西西里岛上最强大的国家锡拉库扎。尼西亚斯率领的雅典军队约有 6400 人和 134 艘船。战争初期，雅典人取胜，但是在公元前 414 年包围锡拉库扎期间，斯巴达将军吉利普斯出兵干涉，扭转了局势，使战局对锡拉库扎军队有利。吉利普斯一开始就把重点放在人类能力这个领域，激励锡拉库扎军队的士气，同时游说盟邦支持。然后，他同时在陆地和海上对雅典军队发动攻击。公元前 413 年，雅典军队被打败。[8]

这次溃败标志着雅典帝国终结的开始，在雅典引起恐慌，使雅典联盟发生重大转折，为斯巴达在公元前 404 年的最终胜利扫清了道路。不过，从这次历史实例汲取的教训远不止雅典的崩溃。它凸显出了解多领域的重要性，以及转换领域间局部优势的必要性。

吉利普斯和锡拉库扎军队并非在所有交战中都取胜。事实上，雅典人在几个关键战役中打败或击退了吉利普斯和锡拉库扎的军队。然而，吉利普斯把重点放在了一个关键思考——也是我们现今正嵌入“联合作战介入”概念的关键思维——这就是，在任何一个作战领域，军事优势都不可能大范围覆盖，也不可能永久保持，更常见的，是局部的和暂时的优势。[9] 吉利普斯正确理解了多个领域之间的连接和跨域作战，这是锡拉库扎取得最终胜利的内在因素。吉利普斯的这个战例告诉我们，建立相辅相成的多领域优势，就能提供作战成功的所需的行动自由。

未来多项技术威胁构成挑战

在美军着手贯彻邓普西的联合作战总纲概念时，新兴的战略版图上呈现出一系列广泛的新威胁，这些威胁在很大程度上降低了我们过去 20 多年来一直保持的压倒性不对称优势。由于我们的对手无法与美军直接抗衡，便开始利用技术进步，在对抗美军优势中建立他们的不对称优势。[10] 俄罗斯、伊朗、北韩和中国大力发展弹道导弹和超音速巡航导弹，用来挑战美国的常规优势。据信，中国的中程弹道导弹东风 -21D，拥有机动重入载具，其特点是根据全球定位系统和有源雷达的末端制导，打击距离中国海岸 1500 至 2000 公里以外的目标。[11]

至少有 9 个国家在进行陆地攻击巡航导弹的研发和生产，其中很多武器今后 10 年将可供出口。[12] 巡航导弹技术的创新构成超音速威胁，能打击 300 公里以外的目标，并能以飞机、潜艇、舰船，甚至卡车等各种系统投送。[13] 此外，现代巡航导弹能被程序设定以最有效的方式接近并攻击目标，让对手从不同方向发射多枚导弹，实施同时打击，命中对方防空的最薄弱环节而将之瘫痪。[14] 新研制的导弹引入隐形特性，使雷达和红外探测器更不容易察觉，能搭载常规弹头、气体燃料，或甚至低当量核弹头。[15]

除来自先进导弹技术的威胁以外，在 2004 年到 2012 年期间，拥有遥控飞行器国家的数量，从 41 个增加到至少 76 个。[16] 很多国家通过遥控飞行器平台不仅寻求提升其情报获取能力，而且要提升其武装打击能力。

此外，多个国家正在研制高功率微波、定向能和电磁脉冲武器（图 3）。一份 2005 年解密的有关中国电磁脉冲和高功率微波武器生物效应的情报报告表明，中国能在低空引爆一枚低当量战略核弹头，在摧毁电子系统的同时，能最大程度上降低对中国本土产生的影响。[17] 该情报的重要性是，它清楚地显示出使用此武器能同时拒阻多种领域。电磁脉冲能产生超出正常功能的冲击电流和电压，损毁未加固的电路和电子产品。如在美国中部 400 公里高空引爆一个百万吨级的核爆炸，能在几秒钟之内对整个美国大陆产生地面效应，并对太空能力产生重大影响。[18] 例如，美国 1962 年进行的“海星一号”核试验，一枚 140 万吨级武器在地球表面 400 公里的高空引爆。爆炸的电磁效应不仅波及到 898 英里以外的夏威夷，而且还产生了强烈的人工辐射带，开始损坏轨道上运行的气象和通讯卫星。这条人造的辐射带摧毁了 7 颗卫星，并且一直持续到 1970 年代初期。[19] 不要忘记，全球超过 40% 的卫星在低轨道上运行。此外还应知道，敌人能通过多种非核方式投送电磁脉冲效应，产生从系统被暂时干扰，到被彻底摧毁等一系列广泛的后果；投送方式包括弹道导弹、潜艇、飞机、卫星以及人为的系统，诸如爆炸磁通量压缩发生器等等。[20]

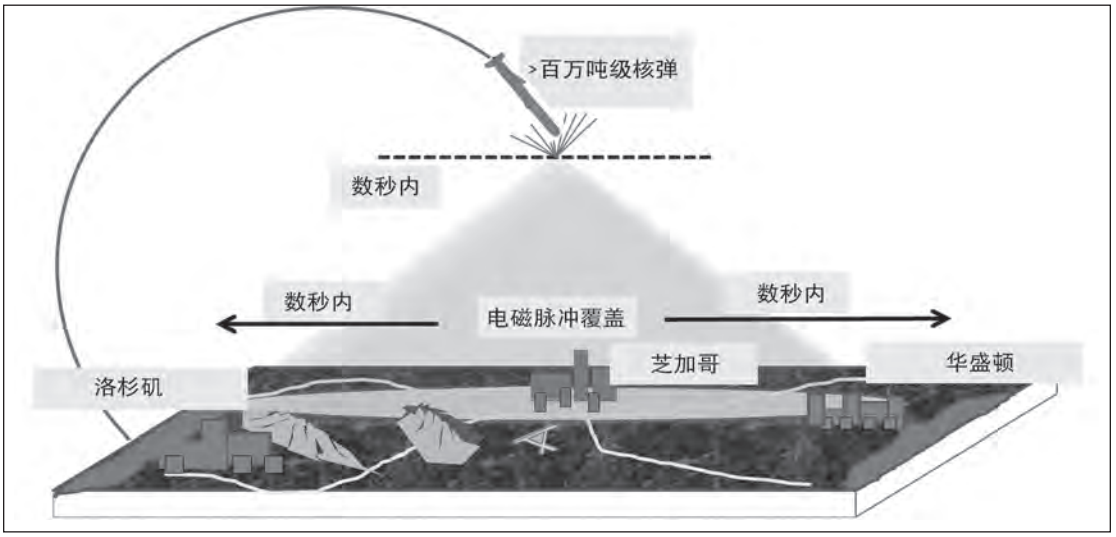


图 1：电磁脉冲效应（Headquarters Department of the US Army, Nuclear Environment Survivability [核环境生存几率], [US Army White Sands Missile Range, NM: US Army Test and Evaluation Command, 15 April 1994], appendix D.）

技术进步也在改进敌人的自我防卫能力。一体化防空系统利用被动传感器技术，如红外搜索与跟踪，越来越加强对抗压制性电子干扰。具有先进跟踪和远程能力的地对空导弹，加速了这些技术的突飞猛进。潜在的敌人还在投资于造价低廉的低功耗干扰器，阻挠我方为实施有效打击所必须的定位、导航和报时系统。[21]

对手的思维和战略在改变

虽然潜在敌人的军事现代化令人不安，这只是未来威胁态势中的一部分。未来的敌人把技术进步与作战概念和战略相结合，目的是要拒止美军在多种领域中的不对称行动。中国在大张旗鼓地走这条道路，把所谓的“杀手锏”技术与超限战及信息战等战略概念相结合。杀手锏指的是一套军事能力，能让技术劣势一方打败技术优势一方。这些能力包括先进的一体化防空体系、弹道导弹和巡航导弹、先进的攻击机、攻击潜艇，以及制太空能力。[22] 中国的一些作者力主，为了实现国家的政治目的，在必要时可以超越传统的作战界限。他们提议使用杀手锏打击占优势敌人的关键节点，瘫痪其军队，导致其崩溃。[23] 乔良和王湘穗在他们所著的《超限战》中提出杀手锏的概念基础，以及超限战的概念，其见解格外发人深省，节选如下：

> 假定在两个已经充分信息化的发达国家之间发生了战争，按照传统战法，进攻的一方，一般都会采取大纵深、宽正面、高强度、立体化的模式对敌展开战役突击。而用组合战法，则可能完全是另外一番景象，另外一种结局：如，在敌国完全没有察觉的情况下，进攻一方秘密调集大量资金，对其金融市场发动偷袭，引发金融危机后，预先埋设在对方计算机系统中的电脑病毒与黑客分队，再同时对敌进行网络攻击，使其民用电力网、交通调度网、金融交易网、通讯电话网、大众传媒网全面瘫痪，导致其陷入社会恐慌、街头 骚乱、政府危机。最后，大

军压境，逐步升级地运用军事手段，直到迫敌签订城下之盟。[24]

2013 年，美国麦迪安网络安全公司披露了中国人民解放军上海 61398 部队的行踪，凸显出中国在全球进行网络利用和网络攻击的能力和意愿。[25] 中国广为人知的网络能力，远远超越搜集和利用情报数据。网络利用和网络攻击的区别，只不过是一键之差。中国人民解放军在积极建立使用计算机网络作战的战略指导方针、工具，以及训练人员，以支援传统作战科目。[26] 网络空间为中国和其他国家和非国家行为者提供机会，让他们有可能预先在对手国家的后勤、指挥、控制、通讯、计算机、情报、监视和侦察，以及商业支援网络中植入恶意代码，从而阻延对手对动能打击做出反应。[27]

尽管中国在网空领域获得重大的进步，网空并非中国信息战略的重点。中国人民解放军对目前和未来冲突的评估表明，战争将在所有作战领域同时展开，但其对电磁频谱的重视，使解放军能采取远更全面的战争样式。[28] 2002 年，解放军戴清民少将称，电子战的特征是取胜的无形力量，他指出，电子战中的输方，将沦为瞎子和聋子，他们的武器丧失能力，失去在战斗、战役、甚至整个战略局势中的主动。[29] 中国的文章强调，在一个战役初级阶段，夺取制电磁权是确保战场成功最重要的任务之一。中国的战略展现为一体化网络电子战，该战略结合电子战，计算机网络作战，以及动能打击，来破坏支援对手作战和力量投送能力的战场信息系统。这种战争还强调，电磁频谱是生死攸关的第四维空间，与传统的陆军，海军和空军部队一样重要。[30]

中国军队的现代化和战略，预示出未来更广泛趋势的走向，意味着较小的区域强国，甚至非国家行为者，在谋求发展或获取可以改变传统军事作战概念的不对称能力。[31] 对美国而言，这种现象的影响重大且严重，足以促使我们重新思考如何培养未来的空军领导人具备正确制定、协调并实施空中行动的能力。而其中最强有力的触动，是促使这些领导人转变对作战空间概念的看法，以及这种转变对国土防卫、太空和电磁频谱的思考的影响。

作战空间概念在变化

技术的发展，不动声色地把全球推入一个新境界，在这个新的境界中，所有作战空间的固有概念因为所有领域变为相互依存而发生根本改变，领域间的互相依存性又来自各种因素，从先进技术的效用到财政分配的约束，不一而足。这些因素的结合而产生了互相影响的环境，于是某个领域的失败，会对另外一个或更多领域产生连环影响。后现代技术在迅速把互相依存的所有领域融合为一个连续的整体，如以下图 2 所简略展示。在这个构造中，电磁频谱为太空充注能量，使太空领域能够对天空、陆地和海洋领域提供关键保障支援，进而加强对人类功能领域的影响或控制能力。假设某个敌手通过网络或其他途径攻击或操纵电磁频谱范围内的无线电频率的使用，他就可能拒止我们接入关键卫星，使我们无法依靠卫星获取情监侦、通讯、早期预警和导航；这种结果将严重影响联合部队空中统领指挥官的计划、决策和执行周期，并可能致使天空、陆地和海上作战行动无法达成目标。未来的空军官兵必须充分认识到这种作战环境的一体化，确保在

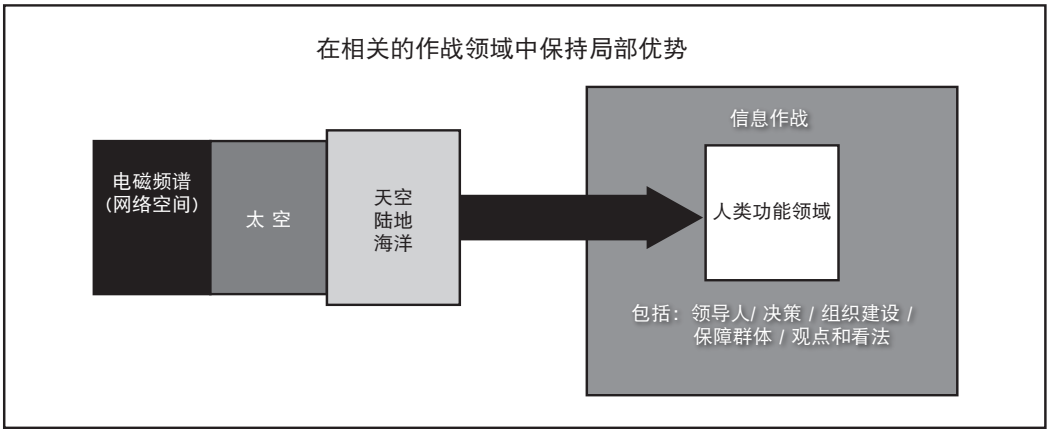


图 2：互相依存的领域融合为一个连续的整体

相关的作战领域中保持足够的和有机结合的局部优势，创造作战制胜所需的条件。

还有必要指出，作战空间的转变，其重要性要远超过在一个特定联合作战区域里所面对的激烈电子对抗带来的挑战。自冷战结束以来，美国首次面临本土受到灾难性攻击的威胁，灾难规模势将超过 2001 年发生的 9/11 恐怖攻击。大西洋和太平洋的传统屏障已不再是拒敌于千里之外的有效方式。经由无线电频率信号，以光速运行的简单程序，能在瞬间把计算机数据包传输到美国本土的系统。此外，这些数据包可能在发动任何攻击前，早早地预置并且潜伏在我们的系统中，而不被及时发现。网络化系统，装置和平台的不断发展，造成太多的弱点而为未来的国家和非国家对手提供可乘之机，其危及美国国家安全的程度远超过军事目标。网络空间将输电网、运输网、通讯和金融系统等方方面面连接起来，这种一体化性质，为敌人提供了诱人的目标，让敌人有机会对美国本土造成大范围实体破坏和经济干扰。

2006 年以来，未经授权进入美国政府电脑的恶意软件事件增长了 650%。[32] 此外，国土安全部报告，在 2012 年，美国关键基础设施遭到的网络攻击达 198 起，比 2011 年增加 52%。[33] 发表于 5 年前的国家科学院报告，在 2012 年 11 月解密并公布，该报告发现，恐怖主义分子对大型变压器造成的物理损坏，能中断向美国大范围地区的供电，需耗时数月才能维修完毕。[34] 此外，这种攻击能在几乎没有任何被发现或拦截的风险下得以实施。作为参考，北美历史上最大规模的停电发生在 2003 年 8 月 14 日，当时俄亥俄州北部的四条高压电缆下垂触到一些大树，引起短路。电脑系统的差错使这次事故更加复杂化。[35] 这次事故造成美国和加拿大 5 千万人断电，耗费 60 亿美元才得以修复，并可能导致 11 人死亡。此例可见，不难想象，一个决意与美国为敌的敌人能同时攻击关键基础设施的组合，如电网、管道、通讯、运输和金融网络。灾难性的破坏将无法估算。乔尔•布莱纳（Joel Brenner）在其《美国的脆弱性》一书中估计，修复向大城市供电的大功率发电机组需耗时两年。[36]

作战空间中另一个重要变化是太空的变化。从 1991 年以来，美国越来越依赖天基能力支援军事行动。太空资产担当全球范围的

通讯，提供精确打击所需的定位、制导和报时，并且提升情监侦能力。此外，在太空飞行基本上不受领空限制，可以任意飞越，这对开展导弹发射侦测、导弹跟踪以及早期预警至为关键。对手很清楚，太空对美军而言起着强大的力量倍增器作用，同时也意识到，这种对太空的依赖也是其弱点所在。

卫星系统由三个基本部分组成：卫星本身、指挥和控制卫星的地面站，以及各个部分之间的通信链接。这三个部分都有程度不同的弱点。卫星本身需要沿着可预测的轨道运行，几乎无法隐藏，能为地球大范围的观察者所见，若想变轨，需要经过极大努力。敌人则有各种攻击选择，包括动能打击地面站，干扰或欺骗通信链接，以及使用定向能武器使卫星眩盲或部分失明。未来的打击方式可能更具革命性，例如，有理论称，未来的敌人可能使用“寄生微卫星”，紧紧贴住目标卫星，致其瘫痪，变其轨道，或者劫持其所搜集的信息。[37]

太空军事化和武器化的迅速升级，是当今的主要担忧。2007 年 1 月 11 日，中国首次成功进行了直升式反卫星武器试验，发射了装备动能拦截器的弹道导弹，摧毁了大约在低轨道 530 英里高度上运行的“风云 1C”气象卫星。[38] 随后，中国又在 2010 年和 2013 年进行反卫星试验。2013 年 5 月 13 日，中国发射导弹进入太空，到达的高度超过 6000 英里，或可超过 2 万英里。[39] 这个高度范围能让中国攻击在中轨道和高轨道运行的美国全球定位系统、军事和情报卫星。但是，反卫星导弹绝非是对美国太空军事应用的唯一威胁。天基能力必须依赖电磁频谱进行有效的作战，因为电磁频谱是收发太空信息和信号的唯一途径。[40] 此外，天基系统使用频谱内的频带是固定的，在发射后无法改变。

电磁频谱是基于物理原理的无形机动空间，对控制所有军事行动的作战环境必不可少。[41] 该频谱包含电磁辐射赖以传播的各种波长和频率，其可使用者有无线电、微波、可见光、紫外线、X 光和伽玛射线等，对各个领域产生支配影响。电磁频谱对通讯、指挥控制、蓝军跟踪、精确打击，以及每天使用的和通常视为理所当然的各种其他联合功能，极为重要。此外，国防部投入数十亿美元研发、维护和部署各种依赖电磁频谱的作战能力。[42] 仅在 2007 至 2016 年，预计研发和采购固定翼机载电子攻击系统本身的投资就超过 176 亿美元。[43]

像太空一样，电磁频谱也极为复杂。这个作战空间的主要制约之一是，军用和民用频谱的 90% 都挤占在这个频谱的 1% 范围内。各系统间的电磁干扰、电磁脉冲、军用和民用之间的竞争，以及自然现象，如闪电、太阳耀斑和降水等，都使电磁频谱的有效性变得更加复杂。还需要指出，我们的敌人也了解电磁频谱，他们会咄咄逼人地与我们争夺对频带的使用。美军对电磁频谱的分配，需要进行协调、优先排序，以及冲突排解。受援的联合部队指挥官有权向用户分配频率，而且当频率被分配到特定地理地区内的系统后，就不再供其他地方使用。这种情况需要指挥官和其参谋班子了解如何在作战层面评估一旦失去对电磁频谱的依赖，将造成什么影响，并思考如何使用其他替代能力。

国际环境进一步模糊了电磁频谱在支援军事行动中的有效使用。电磁频谱超越所有物理领域，没有任何具体或国际承认的疆界，能产生一系列广泛而意想不到的附带效果，从通讯中断的烦恼，到民用铁路运输系统致命的相撞。因此，批准使用电磁系统用于军事行动，要求与跨国联盟和东道国之间密切

合作与协调。这也要求在作战行动策划中发挥创新，才能做好带宽分配，确保数据交换，满足灵活的安全要求和组织程序，一切为着支持作战行动取得成功。

作战环境的变化如何影响空中力量的运用

作战环境正在发生巨大的变化，由此将从多方面影响空中力量的运用，包括空中优势、战略攻击、制陆作战、制海作战，以及支援特战部队。但最重要的影响是在两个方面，一个方面是作战的规划 - 决策 - 实施周期，另一个方面是在特定领域的优势。未来，这些周期将会压缩，接受后方支援的回取能力将受限，前线指挥官必须依靠任务型命令更多地发挥主观能动性，因为敌我双方将激烈争夺电磁频谱，地面和天基通讯将受损或被阻断。因此，空中力量运用中所奉行的“集中指挥分散执行”根本原则，将被迫转变成适应作战变化的分布式控制方式，需要预先规划好带宽分配，以及设想在各频带门户间机动切换。

作战环境迅速逼近的变化也将影响领域优势的概念。先进技术继续在扩散，实现领域优势会更加困难。事实上，这种优势极可能是局部的和暂时的。此外，必须指出，作战的成功可能不再依赖追求传统的领域优势，而可能在于对某单一领域的精确把持和出入，由此保障在其他各作战领域的行动。空军必须学会更好地适应在所有这些领域的各种形式的机动，空军官兵只有在理解和把握多域作战机动之后，才能真正激发对空天力量的创新运用。

结语

邓普西将军在提出“联合作战之后是什么？”的发问时，他强调的是，到未来的某个时间点，联合作战的重点将不足以应对正在出现的新作战环境挑战。在过去 20 年，空中力量赋予联合部队压倒性的空中优势。但是，技术上的重大进步，以及财政紧缩的现实，推动着作战环境的动态变革，推动我们进入渐进适应的时代。我们必须精心形塑这种演变，确保作战领域间的相互紧密依存，避免疏忽导致蚁穴之溃。迫切性更甚以往，空军必须深刻领会超越天空、太空和网空的多领域同时作战，形成思维共识，飞向未来。★

注释:

1. 军事教育协调委员会是向联合参谋部主任就联合作战教育问题提供咨询的机构。该委员会的主委是 J-7 级副职即联合参谋部军事教育副主任，联合及军种大学和学院的校长、指挥官 / 司令官，以及经联合职业军事教育机构认可的其他院校的负责人。
2. 目前作战准则中尚未对“领域”给出定义。本文将该术语定义为关键的作战影响范围，对该范围的控制为行动自由奠定基础。跨域作战涉及利用跨多领域的不对称优势，以实现作战任务所要求的行动自由。
3. Gordon E. Moore,“Cramming More Components onto Integrated Circuits”[将更多元件填入集成电路], Electronics 38, no. 8 (19 April 1965): 114-17.
4. John Markoff,“IBM Discloses Working Version of a Much Higher Capacity Chip”[IBM 发布实验室阶段的高性能芯片], New York Times, 9 July 2015, http://www.nytimes.com/2015/07/09/technology/ibm-announces-computer-chips-more-powerful-than-any-in-existence.html?_r=0,9.
5. 同上。
6. Mark Gunzinger with Chris Dougherty, Changing the Game: The Promise of Directed-Energy Weapons [改变游戏规则：定向能武器的承诺], (Washington, DC: Center for Strategic and Budgetary Assessments, 2012), ix.

7. Department of Defense, Joint Operational Access Concept, version 1.0 [联合作战介入概念， 1.0 版], (Washington, DC: Department of Defense, 2012), 16.

8. Thucydides, History of the Peloponnesian War [伯罗奔尼撒战争史], trans. Rex Warner (New York: Penguin Books, 1954).

9. 同注 7，第 15 页。

10. Office of the US Air Force Chief Scientist, Technology Horizons: A Vision for Air Force Science and Technology, 2010-2030 [技术地平线：空军 2010-2030 年科学技术愿景], (Maxwell AFB, AL: Air University Press, Air Force Research Institute, 2011), 19.

11. Amy Chang, Indigenous Weapons Development in China's Military Modernization [中国军队现代化中的本土武器发展], US-China Economic and Security Review Commission Staff Research Report, (Washington, DC: US-China Economic and Security Review Commission, 5 April 2012), 21.

12. National Air and Space Intelligence Center, Ballistic and Cruise Missile Threat [弹道导弹和巡航导弹的威胁], NASIC-1031-0985-09 (Wright Patterson AFB, OH: National Air and Space Intelligence Center, April 2009), 3.

13. Victor N. Corpus, "America's Acupuncture Points, Part 2: The Assassin's Mace" [美国的死穴，第二部：杀手锏], Asia Times, 20 October 2006, http://www.atimes.com/atimes/China/HJ20Ad01.html.

14. 同注 12，第 27 页。

15. US General Accounting Office, Nonproliferation: Improvements to Better Control Technology Exports for Cruise Missiles and Unmanned Aerial Vehicles [不扩散：通过改进更好地控制巡航导弹和无人空中飞行器的技术出口], GAO-04-175 (Washington, DC: US General Accounting Office, January 2004), 6.

16. US Government Accountability Office, Nonproliferation: Agencies Could Improve Information Sharing and End-Use Monitoring on Unmanned Aerial Vehicle Exports [不扩散：各机构能改善对无人空中飞行器出口的信息分享和最终用户监控], GAO-12-536 (Washington, DC: US Government Accountability Office, July 2012), 9.

17. National Ground Intelligence Center, China Research on Bio-Effects of Electromagnetic Pulse and High-Power Microwave Radiation [中国对电磁脉冲和高功率微波辐射生物效应的研究，非保密版], (Charlottesville, VA: National Ground Intelligence Center, 17 August 2005). Unclassified.

18. Headquarters Department of the US Army, Nuclear Environment Survivability [核环境生存几率], (US Army White Sands Missile Range, NM: US Army Test and Evaluation Command, 15 April 1994), appendix D.

19. Chuck Hansen, U.S. Nuclear Weapons: The Secret History [美国核武器秘史], (Arlington, TX: Aerofax, 1988), 78-79 and 81.

20. Jim Wilson, "E-Bombs and Terrorists" [电磁脉冲炸弹与恐怖分子], Popular Mechanics 178, no. 9 (September 2001): 51; 另参看 Frederic P. Miller, Agnes F. Vandome, and John McBrewster, Explosively Pumped Flux Compression Generator [爆炸磁通量压缩发生器], (Mauritius: Alphascript Publishing, 24 November 2009).

21. 同注 7，第 13 页。

22. Andrew F. Krepinevich, 7 Deadly Scenarios: A Military Futurist Explores War in the 21st Century [七个致命场景：一位军事未来主义者对 21 世纪战争的探讨], (New York: Bantam Dell, 2009), 187.

23. John E. Bruzdzinski, "Demystifying Sha Shou Jian: China's 'Assassin's Mace' Concept" [揭秘杀手锏：中国的"杀手锏"概念], 收录于 Civil-Military Change in China: Elites, Institutes, and Ideas after the 16th Party Congress [中国的军民变化：中共 16 大后的精英、机构和观念], ed. Andrew Scobell and Larry Wortzel (Carlisle Barracks, PA: Strategic Studies Institute, US Army War College, December 2005), 345.

24. Qiao Liang and Wang Xiangsui, Unrestricted Warfare [超限战], (Beijing: PLA Literature and Arts Publishing House, February 1999), 145-46.

25. Mandiant, APT1: Exposing One of China's Cyber Espionage Units [APT1: 揭露中共网络间谍部队], [Milpitas, CA: Mandiant, n.d.], http://intelreport.mandiant.com/Mandiant_APT1_Report.pdf.

26. Deepak Sharma, "China's Cyber Warfare Capability and India's Concerns" [中国网络战能力和印度的担忧], Journal of Defence Studies 5, no. 2 (April 2011): 66.

27. Office of the Secretary of Defense, Annual Report to Congress: Military and Security Developments Involving the People's Republic of China, 2013 [2013 年度中国军事与安全态势发展报告], (Washington, DC: Office of the Secretary of Defense, 2013), 36.

28. Deepak Sharma, “Integrated Network Electronic Warfare: China's New Concept of Information Warfare”[一体化网络电子战：中国信息战的新概念], Journal of Defence Studies 4, no 2 (April 2010): 37-38.

29. 同注 23 中 Bruzdzinski 文，第 346 页。

30. 同注 27，第 37 页。

31. 同注 6，第 5 页。

32. United States Government Accountability Office, Information Security: Weaknesses Continue amid New Federal Efforts to Implement Requirements [信息安全：联邦履行法律的最新努力仍存在弱点], GAO-12-137 (Washington, DC: United States Government Accountability Office, October 2011), 4.

33. Joel Brenner, America the Vulnerable: Inside the New Threat Matrix of Digital Espionage, Crime, and Warfare [美国的脆弱性：洞察数字间谍、犯罪和战争的新威胁矩阵], (New York: Penguin Press, 2011), 4.

34. House of Representatives, Electric Grid Vulnerability: Industry Responses Reveal Security Gaps [输电网的脆弱性：行业反应揭示安全隐患], report written by the staff of Congressman Edward J. Markey (D-MA) and Henry A. Waxman (D-CA) (Washington, DC: House of Representatives, 21 May 2013), 12, https://portal.mmowgli.nps.edu/c/document_library/get_file?uuid=b2f47e65-330e-4d89-adee-e2ed58908927&groupId=10156.

35. US-Canada Power System Outage Task Force, Final Report on the August 14, 2003 Blackout in the United States and Canada: Causes and Recommendations [美加 2003 年 8 月 14 日大停电的最终报告：原因和建议], (Washington, DC, and Ottawa: US-Canada Power System Outage Task Force, April 2004), 17-18; 另参看 JR Minkel, “The 2003 Northeast Blackout—Five Years Later”[2003 年东北大停电 — 5 年之后], Scientific American, 13 August 2008, http://www.scientificamerican.com/article/2003-blackout-five-years-later/.

36. 同注 33，第 110 页。

37. David Wright, Laura Grego, and Lisbeth Gronlund, The Physics of Space Security: A Reference Manual [太空安全物理学参考手册], (Cambridge, MA: American Academy of Arts and Sciences, 2005), 109.

38. Shirley Kan, China's Anti-satellite Weapon Test [中国的反卫星武器试验], CRS Report for Congress (Washington, DC: Congressional Research Service, 23 April 2007), 1.

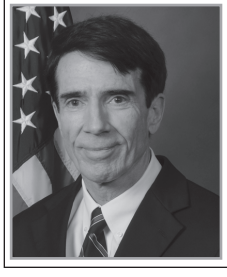
39. Craig Murray, China Missile Launch May Have Tested Part of a New Anti-satellite Capability [中国可能已通过导弹发射测试部分新的反卫星能力], Staff Research Backgrounder (Washington, DC: US-China Economic and Security Review Commission, 22 May 2013), 2.

40. Joint Publication 3-14, Space Operations [联合出版物 JP 3-14：太空作战], 29 May 2013, I-9, http://www.dtic.mil/doctrine/new_pubs/jp3_14.pdf.

41. Joint Publication 6-01, Joint Electromagnetic Spectrum Management Operations [JP 6-01，联合电磁频谱作战管理], 20 March 2012, I-1, http://www.dtic.mil/doctrine/new_pubs/jp6_01.pdf.

42. United States Government Accountability Office, Electronic Warfare: DOD Actions Needed to Strengthen Management and Oversight [电子战：国防部需加强管理和监管], GAO-12-479 (Washington, DC: United States Government Accountability Office, July 2012), 1.

43. United States Government Accountability Office, Airborne Electronic Attack: Achieving Mission Objectives Depends on Overcoming Acquisition Challenges [机载电子攻击：实现任务目标取决于克服采购挑战], GAO-12-175 (Washington, DC: United States Government Accountability Office, March 2012).



杰弗里·M·赖利博士（Dr. Jeffrey M. Reilly），休斯敦大学文科硕士，阿拉巴马大学博士，担任陆军步兵现役军官 26 年，历经多个指挥与参谋职位后退役。他的规划与作战经验包括担任战区层级联盟联合作战军官，规划部主任，以及“两大战区战争”规划团队成员。他曾担任北约学院综合作战规划课程兼职教员，美国空军武器教官课程定期讲师，及参谋长联席会议主席军事教育协调委员会工作组成员。赖利博士也曾向各国防务学院发表多次讲演，包括汉堡的德国武装部队总参学院，亚的斯亚贝巴的埃塞俄比亚国防参谋学院，及华沙的波兰国防大学。 此外，他于 2010 年、2011 年和 2012 年在阿富汗进行了设计研究。他是《作战设计：为决策行动而作的去粗取精》（空军大学出版社，2012 年）一书的作者。赖利博士现任空军指挥参谋学院联合教育主任，及该院多域作战战略家学科主任。

从波罗的海地缘政治看北约高端作战策划

Geopolitics and Planning for a High-End Fight: NATO and the Baltic Region

拉尔夫·克莱姆博士，佛罗里达国际大学地理学荣誉教授（Dr. Ralph S. Clem, Emeritus Professor of Geography at Florida International University）*

突然间，欧洲出现了针对美国及其盟国国家安全利益的严重挑战。新威胁来自军事复兴而越发咄咄逼人的俄罗斯，具体表现为2014年初公然侵占邻国乌克兰的克里米亚——这是自第二次世界大战结束以来，首次发生一个欧洲国家吞并另一个欧洲国家的领土。俄罗斯支持的战斗随后日益加剧，蔓延到了乌克兰东部地区，其中包括俄罗斯军事单位直接参与作战。战乱造成了灾难性的后果，数以千计的军人和平民死亡，数十万当地人流离失所，基础设施遭到广泛破坏。俄罗斯空军加剧了在毗邻北约国家领空的活动，致使这场持续冲突更加复杂化。这些活动还包括在大西洋和太平洋远程巡逻，以及俄罗斯军队连番进行更加野心勃勃的军兵种联合军演，规模之大，为1991年苏联解体以来所未见。形势的发展，警示世人必须思考最坏的可能，必须看到俄罗斯与北约之间发生武装冲突的可能性大幅提高，远超过冷战结束以来的任何时候。

本文认为，俄罗斯所造成的动态风险，要求北约空军整体，特别是美国空军，迅速适应这些不断发展的战略和战术现实。在规划针对俄罗斯这种技术先进对手的空中行动时，一个关键的要素是考量发动打击的最佳位置，而这一问题直接影响到北约空军单位的有效性和生存。因此，本研究首先描述北约与俄罗斯之间当前紧张升级局势的地缘政治背景，然后着重讨论此危机四伏的局势如何影响北约防卫其最脆弱的成员国，即三个波罗的海国家：爱沙尼亚、拉脱维亚和立陶宛。[1] 做此分析后，本文参照已知的威胁和军事地理学现实，进一步思考北约空军单位的前进基地选项，包括近期其他文献建议的地点。

A2/AD = 反介入 / 区域拒阻
MOB = 主要作战基地
FARP = 前方弹药燃料补给点

北约面对俄罗斯新威胁

要了解俄罗斯作为美国真正地缘战略对手现身国际舞台的突兀性，我们就应该研读美国2012年的《国防战略纲要》。[2] 凯瑟琳·戴尔和帕特·塔威尔（Catherine Dale and Pat Towell）指出，这份文件“显然旨在重塑国防部在今后十年的优先事项、活动和预算请求。”[3] 在评估当前和未来全球安全环境的章节中，《国防战略纲要》压倒性地强调了“向亚太地区再平衡”，其中的隐义明确无误，这就是淡化美国在欧洲的军事能力（尽管措辞经过精心设计，意图掩盖这一事实）。[4] 值得注意的是，虽然事态的随后发展与此相违，文件的同一部分宣称：“我们与俄罗斯的接触仍然是重要的；我们将继续在相互感兴趣的领域建立更为密切的关系，并鼓励俄罗斯成

* 本文初稿经两位匿名专家评阅并提宝贵建议，作者心悦诚服并致谢意。文中一应可能错误均由作者担责。

为一系列范围广泛议题的积极参与者。”[5] 研究俄罗斯外交政策的知名学者罗伯特·莱格沃尔德（Robert Legvold）一直关注 2012 年后的各种事件发展，到 2014 年，他这样写道：“乌克兰危机将双方逼到了悬崖，进入一种新的关系；后冷战时代中最近十年，双方视对方非友非敌，但这种曾经的含糊不清没有使两国关系出现软化。现在，俄罗斯与西方已经成为敌手。”[6] 最终，作为 2012 年来美国国家安全利益翻天覆地变化的体现，美国现任参谋长联席会议主席约瑟夫·邓福德将军在 2015 年 7 月国会对其任命举行的听证会上表示，他将俄罗斯视作“对美国的生存威胁”，排在他的所有其它关切——包括中国、朝鲜和伊斯兰国——之前。[7] 邓福德将军的听证会之后，俄罗斯对叙利亚的军事干预无疑验证了他的这一观点。

对俄罗斯这些举动的动机，已有大量研究和分析文章，而本文认为，更多的思考，应放在美国及其北约盟国如何做出适当的反应，尤其是如何规划空中作战来对抗这位极其强悍的对手。诚然，世界许多地区在动荡，尖端武器系统在扩散，《国防战略纲要》因此有其理由呼吁美国进一步发展向那些防御技术先进、军事行动风险高的区域——即众所周知的反介入 / 区域拒阻（A2/AD）环境——投射军事力量的能力；在这方面，该文件特别提到了两个具备 A2/AD 强大能力的国家中国和伊朗。[8] 然而，俄罗斯也确凿无疑是一个 A2/AD 国家，而且是与五个北约成员国连续接壤的 A2/AD 国家，并且距离其它几个成员国相对不远。以下将要详细讨论的这一地理事实，为军事规划人员造成独特而复杂的局面，特别是涉及北约波罗的海地区。

史蒂芬·沃尔特（Stephen Walt）令人信服地指出，俄罗斯总统普京对其某些邻国咄咄逼人的外交政策和军事行动，为衰落和漂浮不定的北约提供了重新振作的理由，这特别有益于波罗的海成员国，因为它们正在急于寻求北约的这种关注——特别是俄罗斯威胁已经越发成为一种现实的时候。[9] 如果俄罗斯 2008 年对希望加入北约的格鲁吉亚发起战争还不足以被视为一种先兆的话，那么莫斯科最近在乌克兰进行的攻击，以及俄罗斯军队在沿北约东部边境更快的行动步伐，已经激发了北约的凝聚力，使其将重点转向捍卫高度暴露的波罗的海地区。美国总统奥巴马在 2014 年 9 月访问爱沙尼亚首都塔林时明确指出了这一点，他在访问期间申明了北约履行《北大西洋公约》第五条规定，给出了捍卫波罗的海国家的承诺。[10] 在奥巴马塔林讲话随后的北约威尔士峰会上，这一主题得到加强和行动化。在这次峰会上，北约领导人批准了一项战备行动计划，此计划中：

> 包括向盟国提供安全保障所需的持续帮助的具体措施……这些保障措施包括在空中、陆地和海洋保持持续军事存在，和在北约东部开展有意义的军事活动，两者都采用轮换方式……以及［建立］一支可在数日内部署的“高度戒备联合特遣部队”，藉此应对特别在北约领土周边出现的挑战。[11]

这一针对北约波罗的海地区防御的战略性前倾姿态，得到了各方的坚定支持，包括北约、波罗的海各国、美国政府，以及美国国家安全界的某些部门。[12] 作为呼应，这种新的战略方向刺激北约政治领导层对北约军事机构提出要求，敦促后者提供遏制俄罗斯侵略的作战（即战术）计划，包括遏制失败后展开军事反应行动。从这些最初的新要求开始，衍生出现在的一系列动作，包括成立高度戒备联合特遣部队，派遣各军事单位参

加一连串演习，加强波罗的海空中巡逻，严密监视和在许多情况下拦截俄罗斯在此区域的军事飞机，对美军来说，则是根据“大西洋决心行动”的规程组织一系列军事部署和演习。[13] 美军的这些行动，包括从美国本土向欧洲部署美国空军单位，作为战区安全组合方案的一部分，以及美国驻欧空军派遣单位进驻前进基地，包括爱沙尼亚的阿玛瑞和立陶宛的希奥利艾，参与各种演习或者承担波罗的海空中巡逻轮值。通过 2014 年 6 月奥巴马总统宣布的“欧洲安全保证倡议”，美国将提供其它旨在增强波罗的海国家信心的承诺，承诺中包括提供必要的资金，用以改善阿玛瑞基地、希奥利艾基地、里尔瓦尔德机场（在拉脱维亚），以及波兰的拉斯克空军基地。[14] 最近，国防部长阿什顿·卡特在 2015 年 6 月宣布，美国将着手为若干中、东欧北约国家预置一个装甲旅的装备，而这每一个波罗的海成员国都同意让美军连或营规模的部队单位驻扎，从而允许美军轮驻进入该地区，组织训练与演习。[15] 还有，美国空军在 2015 年 8 月第一次派遣 F-22“猛禽”战机去欧洲，正式“训练与其它美国空军飞机、联合部队伙伴和北约盟国协同行动，”莫斯科肯定注意到了此项部署所传递的地缘政治信息。[16]

如果发生对俄罗斯的高端作战

鉴于很多国家现在拥有技术先进的防空系统，研发和运用所谓“高端”作战方法对抗潜在敌人已成迫切需求，势在必然。美国空军高层领导人深刻认识到“国家必须依靠空军在高端作战中率先出击”，多次强调形势紧迫，必须尽快按照高标准备战和训练，才能在这样的高端冲突中制服敌人。[17] 如果发生对抗俄罗斯的战争，毫无疑问从一开始就是高端作战。俄罗斯雷厉风行地推行大规模军队现代化，而且将会继续大幅度投入，为在波罗的海地区（或其它地方）——包括与北约空中力量——的军事对抗做好充足准备。正如迈克尔·卡夫曼（Michael Kofman）所言：“俄罗斯的军事力量上升到冷战结束以来的最高峰，已经建设出一支最强大、最现代化且资金雄厚的兵力，而且在可预见的未来将继续保持强大。[18] 对方采用的这种改变游戏规则的进攻和防守技术，要求我方创新思维，思考如何开展高度复杂的空中行动。一方面，对空中力量实际运用必须创新，这种必要性在逐步增加，变化的速度在加快，要求我们就如何适应更具挑战性的威胁场景继续辩论。另一方面，如下文所述，必须将任何军事创新——无论是技术的还是行动的——放置在潜在冲突可能会成为现实的地理形势中做具体考量。

从战略和战役的角度看，规划运用陆基空中力量的各种选项中，一个关键就是明显需要作战起降机场。通常情况下，空中力量都集中在一级机场（主要作战基地 [MOB]），这些基地具备永久维护和加油设施，及弹药存储等，或许还包括加固和分散的飞机掩体或护壕、作战支援或作战保障功能（如情报和作战人员），以及至少某些空军基地防御设施（取决于与敌人接近程度）。由于 MOB 的维护成本高——而且在某些情况下，其存在涉及政治敏感性——这些基地往往数目较少，早就被对手编入其数量少、易发现的目标清单中。

为缓解 MOB 数目有限带来的问题，可以考虑将空军资产分散到二级机场，从那里起降作战。在冷战时期，这种方法的最大亮点，就是美国驻欧空军合理组配的基地作战系统，该系统中，从美国本土部署海外的约三分之

二的单位，驻扎在广泛分散于北约国家（尤其是英国和德国）的机场基地，基地预置燃料和弹药。[19] 最近，两篇期刊文章提供了有趣的建议，大意是把基地灵敏配置模式再推进一步，使作战行动不再束缚于地理上固定的支援要素（跑道和停机坪除外），做法是组建机动支援单位，及时把机动支援团队空运到平时空置的基地，为飞机加油和补充弹药（这些基地称为前方弹药燃料补给点[FARP]）。[20] 这两篇文章所关注的，都是美国空军的主要作战基地即 MOB 面临高度威胁，必须在 A2/AD 环境中运作其资产（主要是战斗机）的场景。一篇文章探讨与中国的冲突，另一篇涉及与俄罗斯的冲突。有关 FARP 的倡议非常有意义，有可能是在这些情况下制胜的关键；这种布局，将允许及时就位的北约部队能够顶住侵略者（例如俄罗斯），直到欧洲国家动员更多的兵力，以及美国本土动员更多的现役、国民警卫队和预备役部队，前来救援和反击。

前进基地推进多远为宜?

上述的文章之一建议将 FARP 设在爱沙尼亚的阿玛瑞空军基地，这个建议值得从军事地理现实，以及北约与俄罗斯在波罗的海地区发生冲突时，敌方能力的角度来研究。换言之，这里提出的问题，不在于与俄罗斯的高端作战应该如何发生，而是应该在何地发生。一般来说，以其所处的真实背景来分析此一 FARP 建议，有助于我们把各种因素考虑进去，而做出正确合理的基地位置决策。

第一个考虑因素是地理，地理因素给波罗的海国家的国土防卫带来棘手的挑战。波罗的海地区三个北约国家加起来的面积和人口与密苏里州差不多。此外，爱沙尼亚和拉脱维亚与俄罗斯本土接壤，而立陶宛则是与俄罗斯飞地加里宁格勒接壤（见以下地图）。地域狭小，人口稀少，地理位置险恶（尤其是相对于俄罗斯而言），这三者构成基本事实，塑造了波罗的海国家的历史，并对理解这些国家现今的地缘政治形势至关重要。就我们在这一章节的目的而言，关键的一点是，这一现实使得它们极易受到其东面强邻的各种方式的攻击——形势如此险恶，即使从波罗的海国家领土内实施灵敏和无约束空中行动，也要冒极大的风险，而且至少需要一定程度的防御保护。鉴于这种系统的稀缺，也许用在其他地方反而更加有效。

如果波罗的海国家受到俄罗斯的攻击，对空中行动的几项打击方式将对全区域范围内所有空军基地都构成威胁；以重要性由大到小顺序排列，它们是：短程弹道导弹、防区外空对地弹药空袭、地对空导弹、地面攻击，以及由空降和特战行动部队实施的攻击。自不必说，这些打击方式中，有些很可能同时或者几乎同时发生，使得威胁形势进一步复杂化。还有，波罗的海国家具备 FARP 能力的机场相对缺乏，为 FARP 作战提供的可选项相对有限，也使敌人的目标打击清单更短而更易于管理。如果我们按照罗伯特·戴维斯中校（Lt Col Robert Davis）关于 FARP 作战的最低要求，而无其他第一手知识，似乎在爱沙尼亚只有三个可选机场，在邻国拉脱维亚有五个，立陶宛也有五个。[21]

在北约波罗的海地区，无论有多少个可能的 FARP 分散基地，从与俄罗斯冲突中生存的角度来看，所有的基地都很难生存。毫无疑问，北约若从波罗的海地区的基地实施空中行动，其所面临的最大威胁，是俄罗斯的伊斯坎德尔短程弹道导弹（北约代号：SS-26 Stone）。罗伯特·法利（Robert Farley）将“伊斯坎德尔”列为俄罗斯对北约的首要威胁，

The Baltic Sea Area（波罗的海地区）

此地图取自德州大学图书馆：http://www.lib.utexas.edu/maps/europe/balticseaarea.jpg。

自有其道理。[22] 该系统具备道路机动性能，而且能够独立运行；更重要的是，其射程长达 250 英里，可从俄罗斯本土或者从俄罗斯的加里宁格勒飞地发射，打击波罗的海所有的 FARP 基地。[23]

波罗的海地区可能用于 FARP 行动的机场也面临着遭受俄罗斯空军袭击的风险，特别是苏 -24（北约代号：Fencer）攻击机，以及苏霍伊家族多用途战斗机的各改进型（北约代号：Flanker and Fullback），都可装备俄罗斯大量弹药库存中的各种精确或非制导空

对地武器。北约的防御性防空作战，因双方间隔距离小而困难重重。例如，苏 -24 以低空攻击速度飞行，穿越俄罗斯与爱沙尼亚边境后，可能只要 10 分钟飞行时间就能抵达阿玛瑞空军基地上空。俄罗斯的日益精进且射程加长的地空导弹（SAM）防空系统，特别是 S-300（北约代号：SA-10 Grumble ）和更新式的 S-400（北约代号：：SA-21 Growler ），也对波罗的海地区北约飞机构成威胁。这些可机动的地对空导弹，如果部署在俄罗斯的西部边疆，可以锁定和打击在爱沙尼亚和拉脱维亚东半部行动的飞机；而这些导弹的更远程型号，则能够覆盖这两个国家几乎全境，尤其对雷达截面积大的目标，例如从 FARP 基地运作的 C-17 运输机，具有极大的威胁性。俄罗斯在加里宁格勒飞地的大规模军事集结，构成强大的空中防御，更加重对北约在波罗的海地区行动的威胁压力，例如从此地发射 S-400 导弹，能够打击从立陶宛的希奥利艾（波罗的海空中巡逻所用的最早的主基地）、甚至从波兰东部起飞的北约飞机。

现在的俄罗斯，虽然经历后苏联时期的一系列军事改革，其军力规模已经大幅缩减，但其地面部队仍能致其弱小邻邦于困厄，特别是波罗的海国家。视各地区安全形势的需要，俄罗斯陆军能够沿其与爱沙尼亚和拉脱维亚交界的西部边疆投入二至六个摩托化步兵旅，这支力量足以挑战北约为保障在该地区发起行动的几处机场安全的防卫能力。地空导弹防御系统作为俄罗斯陆军机动部队的制式装备，一旦由这支部队带入爱沙尼亚和拉脱维亚领土纵深，将使北约在周遭区域的空中行动更加危险。再者，在俄罗斯的军事行动计划中，特种行动部队和空降部队承担了更为关键的作用。正如俄罗斯占领克里米亚时所展示的娴熟部署那样，这些部队有能力进行迅速、隐蔽和有效的行动。我们有理由相信，至少一个俄罗斯特战旅可用于在波罗的海地区对付北约的行动，另外还有一个团的空降 / 空中突击部队投入作战。而且还可以审慎地假设，鉴于俄罗斯在波罗的海地区长期和紧密地参与活动，以及该地区一百万俄罗斯族人的存在，其外交和军事情报机构掌握足够的关于该地区北约军事态势的情报。

最终，根据对北约盟国和波罗的海地区可能对手的军事能力的演算，北约波罗的海成员国用来抵御俄罗斯攻击的军事力量不足。[24] 波罗的海三国武装部队没有坦克和作战飞机，只有短程地空导弹。路易斯·西蒙（Luis Simon）关于波罗的海国家“缺乏应对俄罗斯力量的常规军事平衡”的说法，加剧了北约波罗的海国家的地缘政治焦虑，因为它们眼下正面对着俄罗斯真实而且日渐严峻的威胁，国家生存之忧挥之不去。[25] 的确，正如斯蒂芬·布兰克（Stephen Blank）所描述的那样，俄罗斯军队在代号“西方”的 2013 年演习中，上演了一场“经典的战区大规模多兵种联合常规作战，演习背景涉及波罗的海地区”[26] 显然，在目前情况下，如果北约和俄罗斯之间发生敌对行动，鉴于地理现实和来自俄罗斯军队的潜在威胁，北约前进部署在该地区基地的空中资产将非常危险。

结语：空中力量与北约波罗的海国家的地缘政治焦虑

俄罗斯武装部队对北约波罗的海国家造成的紧迫威胁形势，促使人们思索这个问题：为什么战争可能从那里发生？答案要从地缘政治领域寻找，尤其是因为波罗的海国家加入了北约。

波罗的海国家，经历了两个世纪沙皇时代的俄罗斯统治，又承受了几十年苏联政权的暴政，虽然两次世界大战之间有一段独立的时光，紧接着便被苏联强行吞并而丧失独立，随后又经历了大规模的人口迁徙和大量死亡,因此严重忧患国家安全,原在情理之中；而且这些忧患总是围绕着与俄罗斯的关系。苏联解体以后，所有三个新独立的波罗的海国家都必须在几个领域做出与后苏联时期俄罗斯的双边关系安排：经济关系、希望继续留在这一地区的俄罗斯族人公民身份问题，以及俄罗斯（前苏联）军事人员的撤离和领土划界等。这些问题都进展不顺，不可避免地引发了波罗的海国家和俄罗斯之间的紧张关系。情急之下，这些羽翼未丰的国家更希望抓住对他们而言的最佳选择，这就是加入应时而兴的欧盟，以及融入北约，获得集体安全保障。1994 年加入北约的“和平伙伴关系”作为前导之后，这些波罗的海国家一鼓作气，积极推动加入北约，成为其正式成员国。为此，它们必须克服别人的担心，因为外界质疑其地域小，军事力量弱，可能会成为欧盟的负担，并且因为“其地理位置特殊，无法抵抗外来侵略。”[27] 为表诚意，这几个波罗的海国家自愿派遣部队参与巴尔干地区维和行动,并组织自身区域防务合作,与此同时，他们继续推动外交努力，直到 2004 年如愿以偿,实现正式加入北约的目标。加入北约之后，所有波罗的海国家不敢懈怠，都尽以最大的努力投入北约的演习，以及区域外部署，包括参与伊拉克和阿富汗战争。[28]

波罗的海国家加入北约的主要表现之一，就是建立和扩展北约在该区域的空中行动。在波罗的海国家正式加入北约后不久，北约在希奥利艾启动了波罗的海空中巡逻使命，涉及不同北约国家空军的四架编组战斗机轮值，以在波罗的海区域领空提供快速预警反应。2014 年，为应对克里米亚危机，北约参与行动的战斗机数目翻了两番，并且增加了爱沙尼亚（阿玛瑞）和波兰（马尔堡）两处空军基地。尽管飞机数目后来有所减少，但由于北约与俄罗斯之间紧张关系自 2014 年初开始升级，俄罗斯在波罗的海的空中活动加剧，北约也增加了在波罗的海的快速预警反应空中巡逻架次，并动用北约飞机和成员国飞机，增加了支援性机载预警和控制系统巡逻。[29] 为进一步承诺坚决捍卫其波罗的海成员国，北约在该区域不断举行各种军事演习（例如“军刀出击”），而且不断扩大演习规模和复杂程度。大多数演习中现在都有空军部队参与，有些演练，例如“波罗的海区域训练活动”，在逐步升级，包括近空支援、操作互通，以及指挥与控制，所有这些对多国部队的高端作战来说，都将是至关重要的。[30]

北约这种在东欧的非常高级别的空中活动，毫无疑问能够带来多种好处，尤其是能够在可能发生敌对行动的区域提供现实的联合训练，以期遏止潜在的侵略者，并且向盟国展示北约的存在。但所有这一切也带来危险，那就是在波罗的海国家基地进行飞机轮驻会造成印象，即如果目前的危机（或某种未来危机）升级成为与俄罗斯的敌对行动，北约空中力量可能真会选择从那里起飞作战。如上文所述，即便是有诸如 FARP 作战计划这样的选项，一旦形势恶化，波罗的海国家的空军基地本身几乎肯定无法使用。想立足于这些基地条件规划空中行动，无论作战如何机敏，只要来自俄罗斯的威胁没有大幅减少，都意味着将宝贵的资源和生命暴露于无法克服的风险。

在与俄罗斯的冲突中，如果波罗的海国家不是部署前进基地空军资产的地方，那么

又该选择哪里？在这种情况下，波兰似乎是更好的 FARP 基地选择。除了供波兰空军驻扎的一级机场即主要作战基地以外，波兰还有大约 50 处具备 FARP 能力的机场。就地理面积而言，波兰比北约波罗的海地区大出约 80%，人口更为其六倍以上，而它与俄罗斯之间只在加里宁格勒飞地（见上图）沿线接壤。这条共同边界当然不可轻视，但是在与俄罗斯的任何冲突中，北约的最高优先之一，必然是压制莫斯科在这一飞地的军事力量。波兰拥有大型和装备精良的陆军，以及一流的作战空军部队，再加上招之即来的北约增援部队，将成为这一任务的关键。也许北约实际上已经沿此方向思考，例如，首次 VJTF（高度戒备联合特遣部队）演练涉及实际部队运动（“Noble Jump”［高尚跳跃］行动），这支快速反应部队在演习中被部署到波兰的最西端。[31] 一旦将加里宁格勒飞地压制住，北约便可出动空军，以反击俄罗斯跨越爱沙尼亚和拉脱维亚边境的任何军事行动，或许还能同时从波兰南部和西部，或者从其它中欧国家的空军基地发动空地阻截，阻止俄罗斯地面部队的行动。[32]

北约政治领导层为保卫波罗的海地区免受俄罗斯侵略，对北约的军事策划者们施加着巨大的压力，尽管有反驳意见认为这种侵略并不符合莫斯科的最佳利益。[33] 无论如何，几乎可以肯定，这种防御在短期内无法实现。想以前进基地方式部署美国和其它北约空军部队，从军事地理现实和该地区的力量平衡来看，无论敌对行动即将发生或者正在进行，至少可以说是轻率之举。这些现实当然并不能否定 FARP 概念；相反，如上文所指出，这可能是与敌人进行高端作战的一种非常有效的方式，但它要求军事策划者们仔细斟酌威胁所带来的地理限制。换言之，我们若是只立足地缘政治考量而形成战略意见，进而确定高端作战的战术规划，这样做将极不明智。★

注释：

1. “波罗的海”包含爱沙尼亚、拉脱维亚和立陶宛三国，这是常见的用法。不过，其它许多国家（包括俄罗斯）也显然濒临波罗的海；而波兰因其悠长的波罗的海海岸线，无疑是任何北约 - 俄罗斯博弈中的重要参与者。北约波罗的海国家在这里指的是爱沙尼亚、拉脱维亚和立陶宛。
2. US Department of Defense, Sustaining U.S. Global Leadership: Priorities for 21st Century Defense［维持美国全球领导地位：21 世纪国防优先］, (Washington, DC: Office of the Secretary of Defense, January 2012), http://archive.defense.gov/news/Defense_Strategic_Guidance.pdf.
3. Catherine Dale and Pat Towell, In Brief: Assessing the January 2012 Defense Strategic Guidance (DSG),［内容摘要：评估 2012 年 1 月国防战略纲要］, CRS Report for Congress R42146 (Washington, DC: Congressional Research Service, 13 August 2013), 1.
4. 同注 2，第 2 页。
5. 同注 2，第 3 页。
6. Robert Legvold,“Managing the New Cold War: What Moscow and Washington Can Learn from the Last One”［管理新冷战：莫斯科和华盛顿应汲取的冷战教训］, Foreign Affairs, 93, no. 4 (July/August 2014): 74.
7. Matthew Rosenberg,“Joint Chiefs Nominee Warns of Threat of Russian Aggression”［参谋长联席会议主席提名人告诫俄罗斯的侵略威胁］, New York Times, 9 July 2015.
8. 同注 2，第 4-5 页。

9. Stephen M. Walt,“NATO Owes Putin a Big Thank-You”[北约欠普京一声“谢谢”], Foreign Policy, 4 September 2014, http://foreignpolicy.com/2014/09/04/nato-owes-putin-a-big-thank-you/.

10. “Remarks by President Obama to the People of Estonia”[奥巴马总统向爱沙尼亚人民发表讲话], (Washington, DC: White House, Office of the Press Secretary, 3 September 2014), https://www.whitehouse.gov/the-press-office/2014/09/03/remarks-president-obama-people-Estonia.

11. “Wales Summit Declaration”[威尔士首脑会议宣言], NATO, 5 September 2014, http://www.nato.int/cps/en/natohq/official_texts_112964.htm.

12. 例如，可参看 Luke Coffey and Daniel Kochis,“The Baltic States: The United States Must Be Prepared to Fulfill Its NATO Treaty Obligations”[波罗的海国家：美国必须准备履行其北约条约义务], Heritage Foundation, 29 September 2015, http://www.heritage.org/research/reports/2015/09/the-baltic-states-the-united-states-must-be-prepared-to-fulfill-its-nato-treaty-obligations.

13. “Operation Atlantic Resolve Fact Sheet 2014 and 2015”[大西洋决心行动 2014 与 2015 年简介], United States European Command, 29 January 2015, http://www.eucom.mil/operation-atlantic-resolve.

14. “EUCOM Provides Update on the European Reassurance Initiative”[欧洲司令部提供有关“欧洲安全保证倡议”的更新], United States European Command, 20 April 2015, http://www.eucom.mil/media-library/article/33026/eucom-provides-update-on-the-european-reassurance-initiative.

15. “News Transcript: Joint Press Conference with Secretary Carter, Lithuanian Minister of Defense Oleskas, Latvian State Secretary of Defense Sarts and Estonian Minster of Defense Mikser in Tallinn, Estonia”[新闻稿：卡特部长、立陶宛国防部长奥里斯卡斯、拉脱维亚国防部长萨尔茨以及爱沙尼亚国防部长米克色在塔林举行联合记者会], Department of Defense, 23 June 2015, http://www.defense.gov/News/News-Transcripts/Transcript-View/Article/607062.

16. Lara Seligman,“US F-22s Arrive in Europe”[美军 F-22 飞抵欧洲], DefenseNews, 31 August 2015.

17. Senate, Hearing of the Defense Subcommittee of the Senate Appropriations Committee: Air Force Posture Hearing [参议院拨款委员会国防小组委员会听证会：空军态势听证会], 113th Cong., 2nd sess., 2 April 2014, http://www.ngaus.org/sites/default/files/TRANSCRIPT-%20SAC-D%20Air%20Force%20Posture%20Hearing%202APR14.pdf.

18. Michael Kofman,“Putin's Strategy Is Far Better Than You Think”[普京的战略远比你想象得高明], War on the Rocks, 7 September 2015, http://warontherocks.com/2015/09/putin-is-a-far-better-strategist-than-you-think/.

19. Donald E. Lewis 等人的“A Perspective on the USAFE Collocated Operating Base System”[对美国驻欧空军并置行动基地制度的看法] 应是一项权威性研究 , RAND Note N-2366-AF (Santa Monica, CA: RAND Corporation, July 1986), http://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/notes/2007/N2366.pdf.

20. Lt Col Robert D. Davis,“Forward Arming and Refueling Points for Fighter Aircraft: Power Projection in an Antiaccess Environment”[实施战斗机前方弹药燃料补给点概念，确保向反介入环境投送力量], Air and Space Power Journal 28, no. 5 (September-October 2014): 5-28, http://www.airpower.maxwell.af.mil/digital/pdf/articles/2014-Sep-Oct/F-Davis.pdf; 另参看 Maj Gen Charles Q. Brown, Jr., Brig Gen Bradley D. Spacy, and Capt Charles G. Glover III,“Untethered Operations: Rapid Mobility and Forward Basing Are Keys to Airpower' Success in the Antiaccess/Area-Denial Environment”[驻欧空军无约束作战：通过快速机动和部署前方基地确保空中力量在 A2/AD 环境中制胜], Air and Space Power Journal 29, no. 3 (May-June 2015): 17-28, http://www.airpower.maxwell.af.mil/digital/pdf/articles/2015-May-Jun/SLP-Brown_Spacy_Glover.pdf.

21. 最低要求是一条 6000 英尺 ×75 英尺的硬表面跑道，负重能力对 C-17 行动来说也具有相关性，但没有具体规定，或许不是本文案例考虑的因素。具体参看前注中 Davis 文“实施战斗机前方弹药燃料补给点概念”14-15 页；另参看 AirportNavFinder, http://airportnavfinder.com 中介绍。这些机场包括：爱沙尼亚（阿玛瑞、塔林和派尔努）；拉脱维亚（尤尔马拉、利耶尔瓦尔代、陶格夫匹尔斯、利耶帕亚和里加）；以及立陶宛（维尔纽斯、考纳斯、希奥利艾、帕乎奥斯蒂斯和帕兰加）。当然，若想成为北约 FARP 机场，都需要在技术上进行评估。这些机场中一些是民用机场，而且其中三家是其各自国家的国际机场。最后，在没有其他选择的情况下，此处没有提到的一些废弃机场，也可以被迫投入使用。

22. Robert Farley,“Five Russian Weapons of War NATO Should Fear”[让北约害怕的五种俄罗斯战争武器], National Interest, 6 July 2014, http://nationalinterest.org/feature/five-russian-weapons-war-nato-should-fear-10816.

23. 在注释 20 的 Brown, Spacy, and Glover 文中，包括一幅图片，显示概念性弹道导弹威胁圈聚集在俄罗斯地域内莫斯科或在莫斯科附近，使人感觉波罗的海国家在俄罗斯的短程弹道导弹射程之外，其实情况并非如此。

24. Luis Simón,“Assessing NATO's Eastern European 'Flank'”[评估北约的东欧“侧翼”], Parameters, 44, no. 3 (Autumn 2014): 67-79.

25. 同上，第 73 页。

26. Stephen Blank,“What Do the Zapad 2013 Exercises Reveal? (Part One) [ZAPAD 2013 演习揭示了什么？(第一部分)], Eurasia Daily Monitor, 10, no. 177 (4 October 2013), http://www.jamestown.org/single/?tx_ttnews%5Btt_news%5D=41449&no_cache=1#.VWNR1EtgMYU.

27. Andres Kasekamp, A History of the Baltic States [波罗的海国家历史], (New York: Palgrave Macmillan, 2010), 192.

28. 同上，第 192-193 页。

29. Ian Davis,“NATO to Increase Baltic Air Patrols”[北约将增加波罗的海空中巡逻], NATO Watch, 9 April 2014, http://www.natowatch.org/node/1456. 除北约自己的机载预警与控制系统飞机之外，法国贡献了一架飞机，其它国家空军提供了空中加油机。

30.“A Key Air Training Event for NATO in the Baltics”[北约在波罗的海国家的重要空中训练活动], Supreme Headquarters Allied Powers Europe, 2 April 2014, http://www.aco.nato.int/a-key-air-training-event-for-nato-in-the-baltics-wraps-up.aspx.

31.“NATO VJTF (Spearhead) Exercise Noble Jump Media Access, 9-18 June 2015”[媒体采访北约 VJTF（矛头）高尚跳跃演习 2015 年 6 月 9-18 日], Supreme Headquarters Allied Powers Europe, 19 May 2015, http://www.aco.nato.int/exercise-noble-jump.

32. 在任何此类情景中，真正足以致命的王牌是，俄罗斯长期的亲密盟友白俄罗斯，或者加入俄罗斯对北约的攻击，或者允许俄罗斯军队过境其领土，从而将波兰和北约防线的另一翼暴露于攻击之下。虽说可能性不大，这种地理形势毕竟赋予北约必要的防御深度来抵抗攻击，同时将其部队投向前线。

33. Robert Person,“6 Reasons Not to Worry about Russia Invading the Baltics”[不必担心俄罗斯入侵波罗的海国家的六项理由], Washington Post, 12 November 2014, https://www.washingtonpost.com/news/monkey-cage/wp/2015/11/12/6-reasons-not-to-worry-about-russia-invading-the-baltics/.

拉尔夫・克莱姆博士（Dr. Ralph S. Clem），圣迭戈州立学院文学士，哥伦比亚大学文科硕士、博士，现为佛罗里达国际大学名誉地理学教授，兼任跨国与比较研究中心主任。他的研究和著述专注于前苏联国家政治地理及欧亚大陆地缘政治学。克莱姆博士曾担任美国空军现役与后备役军官，包括三支飞行部队的情报官、国家安全局战略空中力量分析官，以及空军情报局司令动员助理官。他于 2004 年以少将军衔自空军后备役退役。

构建网络时代的威慑稳定

Deterrence Stability in the Cyber Age

爱德华·盖斯特博士 / 斯坦福大学国际安全与合作中心麦克阿瑟基金核安全研究员（Edward Geist, PhD, MacArthur Nuclear Security Fellow）

2015 年 3 月 19 日，美国网空司令部司令迈克尔·S·罗杰斯海军上将（Adm Michael S. Rogers）在参议院军事委员会作证时宣称，美国需要部署网空进攻能力。他抱怨白宫没有授权网空司令部部署进攻性手段，并对此表示担忧："最终，纯粹的防御性、反应型战略，既跟不上需要，也极度耗费资源。"他的结论是："我们需要思考如何提高进攻方面的能力，达到足以威慑的程度。"委员会许多成员呼应这位海军上将的观点。缅因州独立参议员安格斯·金（Angus King）附和说："我强烈认为发展网攻能力极其重要，"他甚至搬出斯坦利·库布里克（Stanley Kubrick）1964 年的经典电影《奇爱博士》（Doctor Strangelove）来证明这一点："如果你造出了这台世界末日机器，就必须让世人知道它就在你手中，否则，有这机器又有何用。"[1]

"微妙的恐惧平衡"——兰德公司战略家阿尔伯特·沃尔斯泰特（Albert Wohlstetter）为描述冷战核对峙所撰文章的标题——应该被引用到网空领域吗？"确保相互摧毁"看似一个简单而直觉的概念，但是沃尔斯泰特 1958 年的这篇文章，以此标题向那些把威慑看得轻而易举或者直截了当的人发出了永恒的警告。他告诫说："世人对威慑稳定的乐观，几乎弥漫全球，要想驱散这种盲目乐观，也许第一步就是要认清，在我方的大量选择和苏联人的多种对策之间，充斥着我们极难分析清楚的种种不确定性和相互作用。"在他的眼中，战略威慑本身远不是所谓的理想终极目的，而是迫不得已必须面对的冷酷现实。虽说威慑构成了"防御政策的基石"，但沃尔斯泰特诚恳提醒说："这只是一部分，而不是全部，"他并总结指出："我们对战略威胁的强调已经过了头，战略威胁不可能取代许多它无法取代的东西。"[2]

ICBM = 洲际弹道导弹

继沃尔斯泰特的文章发表之后，美国的防务分析专家们研制出一系列愈加复杂的工具来测量微妙的恐惧平衡。这些演示超级大国之间的核交战可能会如何展开的模型，转而又为威慑稳定研究提供了基础支撑。通过部署即使在遭受精心策划的先发打击之后仍有能力进行毁灭性报复的核力量，美国和苏联都受到威慑，而不敢贸然发动核战争。

这种冷战时代以威慑求稳定的范式，能够适用于网战这个新领域吗？无论前景如何诱人，技术和操作的现实都使它极难实现。尤其是，因为信息的质量问题，类似冷战时代用于评估超级大国之间威慑稳定的战略交换模型，在网络时代也难以开发出来。网空领域和其它领域不同，它与地理空间没有紧密相连，所以建模极度困难，原来明确无误的概念区分，例如"核军事毁伤"（counterforce）目标和"核民事毁伤"（countervalue）目标之间的区分，在这样的建模中变得混沌不清。

* Translated and reprinted with permission from USAF *Strategic Studies Quarterly*, Winter 2015, Vol. 9, No. 4.

这些障碍，既对美国构建可信的网空“确保反应”机制造成严重困难，也对那些企图对美国利益进行网络攻击的潜在敌人带来巨大挑战。虽然缺少这样的建模能力，无法有效模拟网络攻击的效果，美国如能施行合适的政策，保持合适的能力，也可以迫使理性的对手放弃攻击美国的企图，让他们知道发动这样的攻击得不偿失，反而会招致美国毁灭性的报复。因此，为针对网空威胁建立最大程度有效的威慑机制，美国应该为潜在对手制造最大程度的困难。

为达此目的，美国需要建构一套立足技术的全面网空战略，此技术战略必须注重满足几个目标，包括韧存性（尽可能减少敌人网攻得逞而可能造成的破坏）、拒止能力（尽可能降低敌人网攻得逞的几率），和进攻能力。这种战略，如果强大到足以抗衡最老练的国家级对手，那么它也会比威慑战略更加有效地对付那些不会理性计算得失而不可理喻劝阻的非国家行为者。虽然理想情况下，这个框架将覆盖美国政府实体和民间财产两个方面，但其高昂的前期成本，可能会限制联邦政府对执行美国军事行动和保护必要民间基础设施的关键性系统进行初始投资。然而，民营界应该受到鼓励运用类似技术提高其资产的韧存性。在冷战时期，战略核武器的性质使“拒止性威慑”成了无法实现的梦想，相比之下，在网空，美国可以利用技术施行诈敌策略，使潜在对手看到的攻击表面变幻莫测,从而削弱其攻击信心,而达到慑阻目的。

运筹研究和网空领域

“运筹分析”是响应新兴技术而兴起的一门独特学科，出现在第二次世界大战期间，当时新技术不断涌现，给军方带来史无前例的担忧，一如当前新兴的网络能力为军方带来的同样担忧。兰德公司分析家 E.S. 奎德（E.S.Quade）指出：“这种运筹分析的主要推动力是新武器系统的问世，这些武器所立足的技术和以往军事战争经验无关，需要具备新技术知识才能操作。”运筹分析最初主要是针对战术问题，比如，如何最好地利用或干扰像雷达这类新技术；到了战后的年月，逐步演变为“系统分析”，研究专家藉此来评估更加长期的武器研发项目以及其所带来的更高程度的不确定性。在 1950 年代期间，武器系统分析专家们，尤其在兰德公司，开始拓展视野，研究战略和国防政策等影响深远的问题。[3]

核武器在冷战早期的出现，为防务分析家们造成最困惑的新障碍。技术形势急剧演进，各种新技术领域，诸如数字计算，不断把新技术从实验室的设计迅速转变成武器硬件的关键组成部分。而且，对共产主义对手技术能力的最初的不屑一顾，也迅速证明是幼稚的。我们曾经充满信心地预测，苏联需要最少十年或更长才能研发出自己的核武器，这种预测被苏联 1949 年的第一次核试验一举击碎。在 1953 年，苏联成功试验了一枚可运载发射的初级热核武器，甚至领先美国好几个月。苏联积极追求弹道导弹技术，几年之后取得了惊人的回报，在 1957 年 10 月，苏联率先使用 R-7 洲际弹道导弹（ICBM）发射了第一颗人造地球卫星“斯普特尼克”。苏联宣传机器夸耀说：他们的人造月亮证明，苏联政府兑现了布尔什维克“给生活带来神话”的承诺，而在美国，公众恐慌弥漫，人们普遍认为美国正失去技术优势——并可能连带输掉这场冷战。[4]

兰德公司以及其他防务分析家们以美国的智力潜能为武器，来对抗共产主义威胁。他们运用——或者说，在许多情况下构想

出——最新的数学和技术创新，得以管束住超级大国冲突中的问题。系统分析家们不仅把最初为经济和工业管理设计的工具加以改造，用于研究战争和防务问题，还不断启用新方法，诸如蒙特卡洛模拟、线性规划、原始数字计算机等，来“作异想天开之思”——借用未来学家赫尔曼·卡恩（Herman Kahn）的话。[5]

这些智力潮流汇集成一种被称作“造型术”或“建模”的新艺术，此后这种艺术又被用作许多战略思想的基础，常常是意会的基础。“确保摧毁”这类概念依赖的是一种假定，即，我们能够精确模拟核交战的过程，精确到足可预测，只要报复力量足够强大，就能顶住对方精心策划的先发打击而存活。对“多少才算足够”这个一直争论不休的问题，整个战略界的各种人物都利用模型来为自己的回答辩护。到了最后，一整套“威慑稳定”学科都围绕着这类分析生长出来。

“威慑稳定”概念的出现源于 1950 年代后期和 1960 年代早期对于“相互”或“最低”威慑”之价值的讨论。艾森豪威尔政府宣布的“大规模报复”政策认为，美国需要保持压倒苏联的绝对战略优势，才能对其构成可信的威慑性胁迫；相比之下，相互或最低威慑的倡导者则认为：有限的力量，只要可以存活下来，就能劝阻苏联放弃侵略。但这种最低威慑框架，虽然不再要求集结 1950 年代那种规模的军备，并没有明确指出需要多大的报复力量才能有效威慑克里姆林宫。兰德公司的丹尼尔·埃尔斯伯格（Daniel Ellsberg）1960 年发表了一篇题为“战略选择的粗略分析”的颇具影响力的论文，为沃尔斯泰特的威慑概念勾勒出一个明确的格式。埃尔斯伯格的模型通过预测美国和苏联的“首发打击”及“二次打击”战略的“报偿”，旨在帮助阐明美国的哪些政策选择可劝阻苏联放弃首发打击的企图。他指出:“当然了,军事‘态势’、政策，或计划的变化，使得这些[估计的]精确效果难以确定，增加变数，且容易引发争议,”但是“我们仍常可做出粗略的估计，事实上，在选择军事方案时，它们是大多数政策建议的基础。”[6]

埃尔斯伯格的模型为针对威慑稳定进行战略态势分析提供了基础。那个人们孜孜以求的、以多大兵力就足能威慑克里姆林宫的答案，很快在决策者们中取得了共识。尼克松总统在 1971 年宣布：“我们的政策继续是……保持战略充足性，”他将战略充足性定义为“维持我们及盟国无惧胁迫的足够兵力。”进一步，“稳定……也意味着，我方兵力的数量、特征和部署，不会让苏联合理地解释为意图对他们实施瘫痪性攻击。”[7] 然而，究竟需要付出多大代价才能达成这些目的？要想精确预测，事实上困难重重。在 1970 和 1980 年代，大量笔墨倾注于应该如何分析、建模和评估威慑稳定。尽管大家对于威慑稳定框架的总体假设有普遍共识，大致涵盖从最低威慑到兵戎相见的整个战略观念频谱，但随之而来的是喧嚷不休的争论——诸如超级大国的核平衡应如何模拟，我方需要贮备多少枚武器才能镇住苏联的胁迫而又不显出攻击性威胁。[8]

人们为衡量超级大国之间的核恐惧平衡，尝试了各种方法，但假定的核武器和投送系统的特征提供了一些共同参考点。尤其是，几乎所有模型都从空间方面分析了投送系统性能和目标生存能力的问题。而且，侦察卫星照片和其他情报数据使得我们有可能估计敌方轰炸机和导弹的数量和大概特征。美国的防务分析专家们就苏联 ICBM 弹头的确切当量和精确度这类问题爆发了激烈争论，但

这些数值的不确定性也都在一个数量级范围内，其中许多对模型输出信息没多大影响。从“百万吨级当量”的度量（即，理论上计算出超级大国核武器产生冲击波超压所覆盖的总面积，把核武器总破坏能力线性化），到更复杂的“核军事毁伤潜能”（即，结合精确度来估计一个核武库对 ICBM 发射井这类坚固目标实施破坏的总体能力），到全面的战略对攻模型（即，用以估计在经受先发打击之后能有多少枚武器可生存下来进行报复打击），分析家们大都认为，核战争其实可简化到以半径和面积来测量。

除了上述共同点之外，战略核力量模型呈现出各种令人眼花缭乱的形式，不过其中有一种，即“充足性模型”，对关于威慑稳定的公开讨论起到了特别大的推动作用。如约翰·巴特勒格和朱迪思·K·格兰奇（John A. Battilega and Judith K. Grange）在 1978 年所言：“战略核力量催生出一类特殊的模型，用以粗略地评定美国战略核力量态势的绝对和相对充足性，而且反过来也可评定外国核力量态势的份量”。这种模型通常归于“静态或准动态有效性衡量”的范畴，其“主要用途”是“为战略均势、威慑、稳定这类概念的讨论提供一个载体。”这两位作者指出：“这类模型的作用随着与核力量的联系发生了独特的演变。”驱动这种演变的因素包括：“对美国战略威慑所达目标的界定（用跟外国对手相对比较的方式）……，动员公众辩论（但用半技术性语言）美国重大核武器计划的需要，……[以及] 从美国威慑、战略、兵力规模的主要选项加以思考（以能够被人理解但不涉及与核战争有关的历史经验的方式）的需要。”麻烦的是，这种普遍化有时会导致这些模型被用于不一定合适它们的目的，如作者所言：“这些模型有时被用作兵力规划或兵力相互作用有效性的主要或次要衡量标准……但是，应该记住，如此使用的原因，是源于它们作为充足性模型的历史进化。”[9]

虽然威慑稳定和战略充足性的概念对冷战后期的政策辩论有所帮助，但到 1990 年代时，它们的局限性就逐渐暴露出来。从埃尔斯伯格最初框架产生的越来越精细的衍生品，加剧了他在 1961 年就承认的缺陷：需要为各种变量赋值却又无法在现实世界中找到证明此需要的理由。[10] 而且，威慑稳定和战略充足性概念很难转用到冷战后的多极地缘政治格局。在南亚，印度和巴基斯坦作为新拥核国的兴起，提供了一个不符合战略稳定精致数学模型的紧迫现实反例。与冷战时期对峙的两个超级大国不同（双方都害怕对方发动先制核打击），新德里和伊斯兰堡都设想，两国争议边界上的完全能想象得到的常规兵力对抗将引发核冲突。还有另一个早已存在的拥核国中国，使该地区的战略形势更为复杂。行为者的多样化，加上可能出现的各种局面，都使得对这个地区的威慑稳定进行建模极为困难。[11] 这种建模方法在核领域的局限性表明，在把这些方法引入像网战这种新兴竞技场之前，我们应该三思。

制作网战模型: 错误但有用

无论是好是坏，我们都无法建造精确估计网空领域威慑稳定的充足性模型，因为网空和常规领域有天壤之别。网空无法以英尺或英里来测量，网战武器的有效性也无法用简单的破坏半径来衡量。网战武器及其潜在目标都没有核武器在冷战期间经历的那种可以预测的演变。定性地说，像 ICBM 这种新武器是在预先警示多年之后才出现，并且通常还在此后好几年时间才真正可投用于实战。进一步，虽然投送系统越来越精准，坚

固目标的生存能力也略有增强，但核武器的毁灭效果保持不变，即使对它们的科学认识一直有不规则的变化。相比之下，令人吃惊的新式网战武器，挟带着前所未见的效果，可能一夜之间就突然冒出来；或者是，一个及时的补丁程序或升级，就可能使精心策划的网络攻击无能为力。网络空间与物理空间的毫无牵连，也使人很难分清核威慑模型中所谓的核军事毁伤目标与核民事毁伤目标之间的区别，也难以限制附带损伤。如“震网”（Stuxnet）病毒案例戏剧般证明的那样，研发一个强大的网战武器，要想不波及计划打击目标之外的其他系统，可能非常困难。鉴于这种种不确定性，的确难以想像如何建造出一个类似的网战模型，能像冷战模型预测超级大国相对核力量那样发挥作用。

但这不是说不可能建造一个网战的综合模型，这种模型可以也应该被建造，不过，网空的定性特征和牵涉到的不确定性，使它们无法提供我们做战略稳定性评估时不可缺少的那种带有信心的预测。正如著名的英国统计学家乔治·伯克斯（George E. P. Box）说过的一句名言：“本质上，所有模型都是错误的，但有些是有用的。”[12] 建造网空冲突模型要克服哪些挑战？这些模型能合理地服务哪些目的？

不幸的是，网战模型要求比冷战核战略模型远更复杂精细才能发挥作用。大部分核冲突模型，比如阿森纳交换模型亦即核交战模型（Arsenal Exchange Model），是以两维或三维空间中的交叉概率分布来估计攻击效果。[13] 使用圆形覆盖函数，对投送工具精确度和目标坚固性加以估算，就能方便地生成目标可被摧毁的概率估计。这种运算使用一根计算尺就能进行，在冷战的早些年，通常就是这么做的。用来评估战略稳定性的模型通常完全忽略时间因素。相比之下，网络攻击的效果只有通过依赖关系图的使用才能模拟出来。计算机和网络是网络攻击的明确目标，因为它们是（或者被认为是）连接着攻击者希望干扰、操纵或破坏的某些类型的资源或活动。在数学上，这种系统可以被当作有向图，图中的各条边线代表网络各不同部分之间的相互影响。由于这些影响在时间上只能向前进，所以该系统应该被看作定向非环图，网络中的每个节点用图中表示系统演变每一瞬间的不同位置来代表。此外，这每个节点都有可能根据其内在状态起不同反应。显然，这不是用一根计算尺就能轻易解决的那种问题！[14]

有幸的是，有多种计算方式可以用于建造显示系统对网络攻击反应的模型。只要系统不是过于庞大，就应该可以使用面向对象编程直观地模拟这种依赖关系图。事实上，第一个面向对象的编程语言(即 Simula 语言)，就是在 1960 年代为了模拟目的而发明的。一个面向对象的网战模型，其建模者想让它有多精细就可能有多精细，而且只要计算资源允许，想要多大规模就可能有多大规模。这就便于使用这种模型来调研网络攻击、动能攻击和核攻击之间可能的相互作用。虽然有这些吸引人之处，但面向对象的方法很可能需要大量分析师的人力来建造，它也不是唯一可能模拟网战的方法。比如，有限元分析，也许可以加以调整用来模拟某些类型的网络攻击。[15]

网战模型不仅相对更加复杂，而且很可能对用于建模的信息极度敏感。依赖关系图的结构及其节点根据其状态对特殊刺激的反应，很可能导致输出结果出现定性上的巨大差别。核攻击中，一枚核弹爆炸同时摧毁几十个离散目标的可能性极小，与其相比，在

网空领域，瞄准了要害节点的攻击有可能造成该节点及其所有依赖关系顿时瘫痪。然而，任何特定节点的依赖关系——以及它的脆弱部——都极难预先判定。如果没有关于这两个因素的高质量信息，网战模型就不可能具备预测价值。

那么，这些模型能服务什么目的呢？以上特点使网战模型对战区战役的作战规划有潜在用处；但是对制定战略层次上的更广泛的政治-军事政策是否同样有用，则不得而知。在战役层次，网战模型即使是建立在纯概念的基础上,也可能有助于研究目的。比如，可以建造这样一种模型，专门用于探索网战与核战或动能打击相结合的多域作战的可能动态演变。通过提供一个具体的框架，用来调查关于这些相互作用如何展开的各种假设，这些模拟能够提供宝贵的启示——即使它们无法预测任何具体作战行动的成败。从中获取的经验教训，可以用来减少美国及其战略伙伴的网络漏洞。借助关于目标系统的充足信息，这种模型也能被用于作战规划，尽管建造模型需要相当大的努力，而且侦察数据的有效期可能有限，这些因素都对建模构成巨大的挑战。

然而网战模型对于战略评估的用处，充其量是靠不住，很可能是有害无益。模型对研究核威慑稳定有用的那些分析类型，转换到网空领域就不太管用。如果有一个类似核战确保摧毁模型的网战版本，决策者绝不敢指望它，因为网战战略模型的建造中实在包含太大的不确定性。此外，实施这样一种模型需要的数据收集，本身就充满了危险性，因为它将需要对美国所有的网络漏洞进行全面评估。假如这个评估，或者甚至只是其中的一小部分，落入敌人之手，其对美国安全的破坏就可能难以估量。

网战确保摧毁的不可信性和不可取性

网空进攻战策划中的内在不确定性并没有阻止某些分析家，他们坚持认为，在网空，“进攻是最好的防御”这条陈旧的格言比以往任何时候都适用。富兰克·西卢夫、莎伦·卡达西和乔治·萨尔莫伊拉吉（Frank J Cilluffo, Sharon L. Cardash and George C. Salmoiraghi）在2012年的一篇合著文章表示：“尽管美国必须证明它的工具箱里包含只要需要就能拿出来对付敌人的所有必备武器，但迄今为止还没有公开明确的迹象证明，美国已经确凿无疑地取得了网空优势并在积极地争取对其全部掌控。在这种背景下，美国应该考虑进行相当于地面核试验的数字攻击试验吗？”这几位作者声称，这种令人瞩目的手段“不会被草率地摒弃……[因为]只要处理得当(发挥与演习规模相称的巨大影响)，也许有助于威慑敌对行为者。”[16]

眼下普遍的倾向是沿循冷战时期为描述超级大国核对峙特征而设计的框架，但把网络安全问题也如此概念化的倾向实在不着边际，因为，冷战核战略家们从来就把那些预示世界末日的种种可能性视为不受欢迎的东西。美苏两国的科学家们都耗费了九牛二虎之力，企图研发出可信的防卫核攻击能力，但都在不可逾越的技术障碍面前败下阵来。于是迫不得已，退而选择以威慑求安全，于是美苏两国领导人不得不彼此拥抱。

在核领域中，威慑因其特征而成为一个次中求好的选项——网络攻击也具有类似的特征吗？有些官方评估就做出这样的结论。国防科学委员会在2012年曾说：“网空威胁是严重的，其潜在后果在某些方面类似于冷战的核威胁。”委员会认为，“当前网络攻击”的特征是“能够造成足以使政府失去对国家

控制的大规模破坏，”它断言，有些对手有这样的能力并可能得逞，如果他们“投入大量资金（几十亿）和时间（数年）的话，就真正可能在我们的系统——包括那些原本防御坚固的系统——中制造出漏洞。”幸亏“这种能力如今仅限于几个国家，比如美国、中国，和俄罗斯。”委员会声称，“由于不可能万无一失地保护我们的系统免遭［这种］威胁，威慑必须是降低风险总体策略中的一个要素。”[17]

然而，也有些同样权威的评论和报告对当前网络攻击的可能性和后果提出不同的看法。国家情报总监詹姆斯·克莱佩（James Clapper）2015 年 2 月 26 日向参议院武装部队委员会报告说，虽然“美国国家安全与经济安全面临的网空威慑在频率、规模、技术含量、影响严重性等方面都在上升……，但是，还谈不上具体有谁能对美国发起灾难性的攻击，这样的可能性目前还微乎其微。”克莱佩表示：“我们也在前瞻未来，不过绝对看不到那种瘫痪整个美国基础设施的‘网络末日’。”克莱佩所预见的，不是由俄罗斯或中国策动的一场数字大灾变，而是“随着时间的推移，一系列持续不断的、来自多方面的、低级到中级程度的网络袭击，可对美国经济的竞争力和国家安全增添累计成本。”[18] 如果在可见的未来并无大灾变之忧，那么，还有必要追求确保摧毁的网战能力吗？

无论如何，即便敌人图谋发动重大网络攻击，也难以克服上述的建模挑战。任何网络攻击图谋者，若想导致美国政府失去对国家某部分的控制，几乎肯定需要对多重系统同时发起技术复杂的攻击，很可能是配合针对关键目标的火力打击。然而，策划如此复杂的攻击首先需要整合大量的可靠情报，情报收集将困难重重，建模演绎战局变化更是谈何容易，对手如何对其攻击成功几率建立足够信心？以此看来，大概只有极度绝望或极度鲁莽的对手——亦即那些无惧威慑、不可理喻的亡命之徒——才敢如此铤而走险。因此，美国一位最有经验的建模专家保尔·K·戴维斯（Paul K. Davis）的见解并不令人意外，他在兰德公司的一份工作文件中说：“威慑本身是战略思维的脆弱基础。”他认为：“从目前的现实来看，指望威慑却敌就好比抓救命稻草。威慑手段必须是战略的一部分，但战略的焦点应落在别处。”[19]

网空战略以技术却敌

如果基于确保摧毁的威慑不可作为美国网空战略的核心，那什么是核心？幸运的是，我们在模拟网空进攻作战有效性的艰辛努力中所碰到的根本性障碍，同样也困扰着我们的潜在对手。美国可以高瞻远瞩，开发出另一种战略，这就是从技术上尽量强化潜在攻击者面对的这些障碍，率先阻止其发动网络攻击。我们可以双管齐下，一方面提高美国系统的韧存性，另一方面采取各种措施阻止和迷惑敌人收集情报的努力，使这些国家和非国家对手失去信心，迫使他们放弃这种疯狂网络攻击的图谋。

早在 1970 年，斯蒂芬·T·波索尼和 J.E. 普耐尔（Stefan T. Possony and J.E. Pournelle）就提出担忧：苏联没有仿效美国，他们追求的是“技术战略”，有可能不费一枪一弹就能赢得超级大国之间的竞争。尽管苏联的经济和技术处于劣势，但它有能力把较有限资源中的较大份额集中用于军事研发，并且寻找机会直接盗窃西方技术，凭此作为，克里姆林宫可能建设出一支更优越的兵力——尤其是如果美国仍然自满自得的话。波索尼和普耐尔把“技术战”界定为“直接地、

目的明确地运用国家技术基础和由此基础产生的具体进步，来达到战略和战术目的。”他们宣称：“真正的技术战争，在于把任何火力形式的使用降到最低程度。”[20] 他们强调：“和所有战争一样，技术战争也需要一个深思熟虑的战略，”因此建议说，这种战略的目的应该是“使敌人对抗你的每一步行动，并被你牵着鼻子走。”[21] 美国应该采取这种“技术战略”，来对付二十一世纪的网空威胁。这种战略应该包含三个基本要点。第一，“提高韧存，防卫自身”，即通过提高抵抗敌人打击的能力而保护美国关键性基础设施。第二，“加强拒止，劝阻敌人”，即通过增加潜在对手的情报收集与分析难度，把他们对美国网络资产实施攻击的计划极度复杂化。第三，“建设网攻，实力慑阻”，但决不可将此步骤作为单独的威慑手段，因为如果对手也采取上述类似步骤的话，此等威慑就难以信赖。相反，建设全面网攻能力是为服务两个目的。其一，美国必须牢固掌握“最先进”的网空进攻技术，藉以确定韧存能力和拒止能力中的必要手段。其二，我们需要具备网攻能力来配合美国的常规、太空和核行动防御计划。

为了提高我们自身以及民用网络系统的韧存性，军方应与民间企业联手，通过长期合作，减少易被敌对网络攻击利用的漏洞。想排除所有漏洞固然不可能，但毕竟可以减少潜在对手攻击的目标选择，从而有助于加强美国安全。我们有充分的理由相信，安全软件和硬件研制所遇到的困难，在根源上主要是体制和文化上的障碍，而不是技术性障碍。我们的许多较陈旧的代码库是建立在过去的时代，当时根本不可能想象到眼下出现的这些安全挑战；传统的软件开发惯例，更多着眼于控制成本和如期完成任务，而不是强调关注安全。起初，国防部虽然拨款资助方法研究，以证明开始于 1960 年代的程序的正确性，但其之所为对美国防务部门或民营界开发自身系统的方式几乎没有影响，部分是因为这种研究需要几十年时间才会出成果。研究人员原来希望开发某种技术，能够适用于用现有编程语言编写的软件，却发现，要想证明用 FORTRAN 这类语言编写的即使是最一般程序的正确性，也难如登天。事实表明，要想编制出能证明正确的软件程序，将需要以另一种模式进行编程和硬件工程。学术研究人员在 1970 年代着手开发这种技术，几十年来虽在理论和实施上缓慢演进，却仍未达到可实用的程度。并且，一直到最近之前，我们很少需要安全系统和安全软件。虽然军方为了某些应用而寻求这些技术，但民间不情愿为看似完全多余的功能付出额外的成本。既然防务市场基本排外，既然成本控制问题无所不在，广大民营界自然缺少热情来生产价格可负担的安全系统和软件，或是开发这种生产所需的人力资源和技术。幸运的是，有充分理由相信这些障碍可以被克服。

由于意识到当前的方法不能充分满足美军的未来需要，国防高级研究计划局在 2012 启动了一个项目，旨在依据像定理证明这种形式化方法来开拓性地创造硬件和软件的安全结合。这个项目被称为“高可靠性网络军事系统，”其目的是“开创构建高可靠性物理网络系统的技术，高可靠性的定义是指功能上正确且能满足合适的安全与安保性能。”[22] 作为示范，该局研发了一个遥控四轴无人飞行器，其安全程度如此之高，以至于组成“红队”的黑客耗费了六周时间研究完整的源代码之后，也未能找到任何漏洞。[23] 这个绝技显示，充分安全的软硬件不一定是白日梦想，但是需要沿循另一个非常不同于常规的开发

过程。要想使这种技术得到普遍采用，即使仅出于防务目的，也将需要建立一整套全新的系统开发文化，包括用截然不同的思维方式培训大批程序员和工程师。这个转变过程将艰难而昂贵，但是可能是保护美国资产免遭日益复杂的网络攻击的唯一途径。

民营界现在也越来越注重运用正规方法减少网络漏洞风险。技术产业面临着针对商业利益的网络攻击所引发的严峻经济赔偿责任，投入了越来越多的资源，从质量上改善软件工程技术，从而大大减少了这种漏洞的发生率。比如，莫兹拉基金会（Mozilla Foundation）就积极开发出了 Rust，这个系统编程语言的目的是把程序员从经常给软件带来严重安全漏洞的人工记忆管理中解脱出来。[24] 另一种有前途的方法是使用像 Haskell 这种功能性编程语言，其特点在于迫使软件按照严格的数学形式编写，而保障建立起确保正确行为的非常规程序。这类功能性编程虽然与大多数程序员熟悉的命令式编程非常不同，但吸引了安全研究人员越来越多的关注，因为它编排的软件可望大幅度减少安全漏洞数量。[25] 国土安全部正在进行一些项目，旨在鼓励更加安全的软件开发做法，而国防部——凭借其广泛的购买力——可以帮助加速这些技术的开发和采用，并更换漏洞频现的陈旧代码。[26]

硬件的弱点和漏洞常常是由类似的遗留问题和工程疏忽所导致，其之弥补有时更具挑战性。美国的民用网络基础设施，是在目前这类司空见惯的安全威胁出现之前，从最原始的设计技术上逐步发展起来的。几十年之后的今天，基础网络中遗留下来的陈旧技术，成为敌人注目和利用的各种漏洞，美国的许多系统可能因此被攻陷。要过渡到本质上更安全的技术，其过程不仅漫长而且具有高度扰乱性，可能需要从根本上重新构建互联网的技术基础概念，但从长远看，也许是保护美国利益的必要之举。因此，国防部应该资助这些努力，开发出本质上更加安全的网络硬件供自己使用，并且鼓励民营界做出类似的努力，不仅保护支持军事行动的民用系统，从根本上说，也是保护整个美国。

为了阻止潜在对手轻易进入关键性系统，美国可以布设假情报和噪音迷雾，来掩蔽有关已知或可疑漏洞的准确信息。对那些特别被关注的系统，如军事指挥控制系统和民用电网，不妨制造大量模仿其网空印迹的诱饵阵，虽说不见得总是有效，但亦无坏处。这些伪装系统，如果设计巧妙，可以做到非常逼真，足可迷惑潜在网络攻击者，使他们以为已经潜入了目标——同时为这些对手灌输精心准备的假信息，或者诱骗他们远离真实漏洞，或者纵容他们犯错而暴露自己的身份和意图。[27] 黑客面对众多诱饵阵，就不得不费力辨别真假，从而大大增加他们为发动复杂网络攻击所必需执行的技术侦察的难度。美国还可以通过采取技术措施，提高“真实”攻击表面的变化速率，是以加强此策略的效果。若用这种方式隐蔽所有系统，耗资将过于庞大，也会排挤掉合法的网络流量；但是，防务界可与民营界建立伙伴关系，共同建造必要的技术基础，因为民营界也有昂贵资产需要保护。

最后，鉴于潜在对手越来越多地使用信息技术，美国应该发展网空进攻能力，来配合其他领域的军事行动，并找到和弥补美国的漏洞。在未来的冲突中，我方如果能够利用敌人的网络漏洞来破坏其设施，就可以在战胜敌人的同时有效减少生命和财产损失。进一步，如果不具备与潜在对手相当的最先进网空进攻能力，那么挑战我们自己系统的

红队也就无法将自身质量提升到可接受的水平。虽然美国应发展网攻能力，但不可以威慑为核心目的来发展。因为网络空间的特定性质，对危机的升级控制构成一些无法逾越的障碍。如果没有可靠的模型来评估不同国家的网空进攻能力和互相之间的相对实力，如果无法预测网络攻击的效果，那么威慑稳定的概念在网空就没有意义。★

注释:

1. Ellen Nakashima,“Cyber Chief: Efforts to Deter Attacks against the U.S. Are Not Working”[网络首席官：威慑努力效果不彰，未能遏止针对美国的网络攻击], Washington Post, 19 March 2015, http://www.washingtonpost.com/world/national-security/head-of-cyber-command-us-may-need-to-boost-offensive-cyber-powers/2015/03/19/1ad79a34-ce4e-11e4-a2a7-9517a3a70506_story.html.
2. Albert Wohlstetter, The Delicate Balance of Terror [微妙的恐惧平衡], (Santa Monica, CA: RAND, 1958), http://www.rand.org/about/history/wohlstetter/P1472/P1472.html.
3. E. S. Quade, Systems Analysis and Policy Planning: Applications in Defense [系统分析与政策规划在国防中的应用], 参看“引言”部分 , (New York: Elsevier, 1968), 2-3.
4. 关于“斯普特尼克”卫星发射之后引发的“导弹差距”恐慌，参看 Peter J. Roman, Eisenhower and the Missile Gap [艾森豪威尔与导弹差距], (Ithaca, NY: Cornell University Press, 1995).
5. 关于兰德公司的早期历史，参看 Bruce L. R. Smith, The RAND Corporation: Case Study of a Nonprofit Advisory Corporation [兰德公司：一家非营利性咨询公司的案例研究], (Cambridge, MA: Harvard University Press, 1966). 关于兰德公司在冷战早期的核战争研究，参看 Fred Kaplan, The Wizards of Armageddon [世界末日的巫师们], (Stanford, CA: Stanford University Press, 1983).
6. Daniel Ellsberg, The Crude Analysis of Strategic Choices [战略选择的粗略分析], (Santa Monica, CA: RAND, 1960). Ellsberg 这份兰德报告的缩略版以“战略选择的粗略分析”为名刊登在 American Economic Review 51, no. 2 (May 1961): 472-78.
7. Richard M. Nixon, Public Papers of the Presidents of the United States, Richard Nixon: Containing the Public Messages, Speeches, and Statements of the President 1971 [美国总统尼克松的公开文件：包括总统 1971 年的公开信息、演讲和声明], Washington, DC: Government Printing Office, 1972), 310.
8. 尽管这两位军备控制的拥护者都曾利用 Ellsberg 的框架支持自己的论点，但到 1970 年代早期，就出现了对其基本假设的攻击。例子请见 Douglas E. Hunter,“Some Aspects of a Decision-Making Model in Nuclear Deterrence Theory”[核威慑理论中一个决策制定模型的某些方面], Journal of Peace Research 9, no. 3 (1972): 209-22.
9. John A. Battilega and Judith K. Grange, eds., The Military Applications of Modeling [建模的军事应用], (Wright-Patterson AFB, OH: Air Force Institute of Technology Press, 1981), 245-46.
10. 有关这一精辟论述的一个重要例子是 Glenn Kent 和 David Thaler 研发的首发打击稳定性模型。 Glenn A. Kent and David A. Thaler, First-Strike Stability: A Methodology for Evaluating Strategic Forces [首发打击稳定性：评估战略力量的方法], (Santa Monica, CA: RAND, 1989). 有关 Kent/Thaler 模型的评论 , 参看 Stephen J. Cimbala and James Scouras, A New Nuclear Century: Strategic Stability and Arms Control [一个新的核世纪：战略稳定与军备控制], (Westport, CT: Praeger, 2002), 1-23.
11. 对这个主题的最新评估，参看 Michael Krepon and Julia Thompson, eds., Deterrence Stability and Escalation Control in South Asia [南亚的威慑稳定和升级控制论文集], (Washington, DC: Stimson Center, 2013).
12. G. E. P. Box and N. R. Draper, Empirical Model-Building and Response Surfaces [经验性建模和响应面], (New York: John Wiley and Sons, 1987), 424.
13. 同注释 9，第 283-289 页。
14. 同注释 9，第 381-400 页。具有这些特征的模型是在冷战期间设计的，是以评估美国指挥、控制和通信（C3）系统的生存力。历史上的例子包括：最小基本应急通讯网络（MEECN）和战略司令部，由美国空军用来评估通往战略轰炸部队的 C3 链接。

15. 有限元分析在工程学方面普遍用来分析复杂的问题。它的工作原理是把一个偏微分方程（PDE）的复杂系统，细分为能够被偏微分方程的简单子集概略估算的更小的子域。有限元分析在科学和工程学方面的某些应用表明，它也许是模拟某类网络袭击的有效方法。比如，模拟传染病传播技术的使用，可能类似于恶意软件在异机种系统中的传播。例子见 Joshua P. Keller, Luca Gerardo-Giorda, and Alessandro Veneziani,“Numerical Simulation of a Susceptible-Exposed-Infectious Space-Continuous Model for the Spread of Rabies in Raccoons across a Realistic Landscape”[表现浣熊狂犬病在实际环境中传播的易受感染的 - 显性 - 传染性空间 - 连续模型的数值模拟], Journal of Biological Dynamics [生物动力学杂志] 7, Supplement 1 (2013): 31-46.

16. Frank J. Cilluffo, Sharon L. Cardash, and George C. Salmoiraghi,“A Blueprint for Cyber Deterrence: Building Stability through Strength”[网空威慑的蓝图：通过实力建立稳定], Military and Strategic Affairs 4, no. 3 (December 2012): 15-16.

17. Department of Defense Science Board, Resilient Military Systems and the Advanced Cyber Threat [具备韧存性的军事系统和先进的网空威慑], (Washington, DC: Office of the Under Secretary of Defense for Acquisition, Technology, and Logistics, 2013), 2, 6.

18. James R. Clapper, director of national intelligence,“Statement for the Record Worldwide Threat Assessment of the US Intelligence Community Senate Armed Services Committee”[美国情报界就全球威胁评估向参议院武装部队委员会的发言记录], 26 February 2015, http://www.dni.gov/files/documents/Unclassified_2015_ATA_SFR_-_SASC_FINAL.pdf.

19. Paul K. Davis,“Deterrence, Influence, Cyber Attack, and Cyberwar”[威慑、影响、网络攻击，以及网战], (working paper WR-1049, RAND, June 2014), 1.

20. Stefan T. Possony and J. E. Pournelle, The Strategy of Technology: Winning the Decisive War [技术战略：打赢决定性战争], (Cambridge, MA: Dunellen, 1970), 4, 8.

21. 同上，第 5、15 页。

22. John Launchbury,“High-Assurance Cyber Military Systems (HACMS)”[高可靠性军事网络系统], Defense Advanced Research Projects Agency, (DARPA), http://www.darpa.mil/program/high -assurance-cyber-military-systems.

23.Kathleen Fisher,“Using Formal Methods to Enable More Secure Vehicles: DARPA's HACMS Program”[使用正规化方法保障更安全载体：国防部先进研究项目局的高可靠性军事网络系统计划], (presentation, Tufts University, 16 September 2014), http://wp.doc.ic.ac.uk/riapav/wp-content/uploads/sites/28/2014/05/HACMS-Fisher.pdf.

24. Mozilla Foundation,“The Rust Programming Language”[Rust 编程语言], http://www.rust-lang.org/.

25. David Terei, Simon Marlow, Simon Peyton Jones, and David Mazi ẽ res,“Safe Haskell”[安全 Haskell 编程], Proceedings of the 5th Symposium on Haskell, September 2012, 137-48.

26. Department of Homeland Security,“Build Security In”[建设安全系统], https:// buildsecurityin.us-cert.gov/. 国土安全部也管理“连续诊断和缓解项目”，该项目旨在为“联邦部门和机构持续不断地提供鉴定网络安全风险的能力和工具，根据潜在影响优先处理这些风险，使网络安全人员能够首先缓解最严重的问题。”参看 Department of Homeland Security, “Continuous Diagnostics and Mitigation”[连续诊断和缓解项目], 14 September 2015, http://www.dhs.gov/cdm.

27.“Social engineering” -- manipulating individuals to divulge sensitive information -- is a critical part of many cyber-attacks, but disinformation could mislead adversaries into compromising themselves.“社会工程学”— 即巧妙地控制个人使其泄露敏感信息 — 是许多网络攻击的关键组成，但是假情报可以误导对手使其自身跌入陷阱。”

爱德华・盖斯特博士（Edward Geist, PhD），是斯坦福大学国际安全与合作中心的麦克阿瑟核安全研究员，曾是兰德公司的斯坦顿核安全研究员。他获得北卡罗来纳大学的历史学博士学位，在《冷战研究杂志》、《俄罗斯评论》、《斯拉夫评论》，和《医学史公报》上发表过文章。

从核武器与当代形势的相关性质疑最低威慑论

Challenging Minimum Deterrence: Articulating the Contemporary Relevance of Nuclear Weapons

乔舒亚·D·威塔拉，美国空军少校（Maj Joshua D. Wiitala, USAF）*

冷战结束以来，围绕核武器持久相关性的辩论经久不衰。政策分析专家们为美国应对不断演变的地缘政治环境积极出谋划策，开出种种不同的核态势方案，从建议完全废除核武器为一个极端，到呼吁重新重视美国核武器的作战作用为另一极端，不一而足。鉴于美国正考虑启动国家核力量关键组成部分的汰换计划，这种现实需要使这场辩论增添了新的意义和急迫性。当前辩论中广受关注的一个选项是最低威慑。本文就美国采取最低威慑核态势的可取性进行评估，并在此基础上提出“双重威慑”概念，认为这是一个更可行的框架，据此更好地理解美国核武器对当前形势的相关性。

什么是最低威慑?

伯纳德·布罗迪（Bernard Brodie）在其经典著作《导弹时代的战略》中主张，核武器改变了战争的传统概念，政治和军事领导人必须适应这些根本变化。布罗迪认为，一个发生了巨大改变的传统概念是威慑，在核武器出现之前,威慑是个非常“动态的”概念，“其相关性和威力既来自其失败也来自其成功。”而进入核时代之后，威慑的有效性，更多地以一个更静态的概念出现，在此概念下，威慑双方把持着压垮对方的力量，控而不发，但毫不模糊地确保随时可用。因此，威慑构建在一种具备潜在彻底摧毁力的“报复性工具”基础之上,随时准备着使用,但从不使用。布罗迪由此得出结论，这种战略形势赋予核时代的威慑一种近乎“虚幻”的特征，使威慑的可信性出现根本性的问题。[1] 对他而言，这种可信性是理解和定义最低威慑概念的核心所在。

布罗迪在论述这个问题时称，最低威慑论始于对“基本威慑”的理解。从美国的角度来看，基本威慑是“针对美国本土目标的直接的、战略性的核打击威慑。”[2] 布罗迪认为，基本威慑的概念不存在对核武器的其他使用形式所包含的可信性问题，这是因为美国或任何其他类似国家一旦遭受另一个国家发动的压倒性核攻击后，必然会动用一切可用的手段进行反击,没有人会对此产生怀疑。这样，在基本威慑的背景下，核武器具有的摧毁性潜力，在国家防务政策中能得到最可信的充分利用。这种摧毁性潜力的含义带来威慑功效的根本变化。过去，这跟对立双方的相对军事实力密切相关。布罗迪总结说，在核时代，“威慑在一支明显劣势的军队的操弄下，其潜在的威慑价值可空前地大大增强。”[3] 诚如以下讨论所示，弱小而精干的力量，可以使威慑价值提升，这种思维逻辑，对理解最低威慑概念至为关键。

根本而言，最低威慑论是主张，只要保持一支规模小但安全的核报复力量，就能以实施无法承受之破坏而对其对手构成有效威胁，由此遏制对方不敢威胁己方的生存。据此推理，如果布设自身核态势规模时，是以摧毁潜在对手的军队和经济基础设施而“赢

* 承蒙 Mel Deaile 博士、Brian Styles 少校和 Scott Hughes 少校分别批阅拙文并提宝贵意见，笔者就此致谢。

得战争”为目的，则是完全误解了核武器对国与国关系的真实意义。[4] 以当代最低威慑倡导者的一些看法为例。在 2010 年发表的一篇主张最低威慑的文章中，包括福西斯，萨尔兹曼，萧布（James Wood Forsyth, Col B. Chance Saltzman, and Gary Schaub Jr.）在内的几位美国空军学者和军官认为，实质上，核武器属于政治工具。[5] 他们表示，核武器并不适合作战，只是用于为某些国家提供基本安全保证。但是，他们倡导的最低威慑论，在论述基础上又稍微不同于布罗迪所奠定的经典基础。

布罗迪将其最低威慑论立足在基本威慑（亦即以上三位作者所称的“生存威慑”）的基础上，当今的最低威慑倡导者们则提出“比例威慑”，作为理解最低威慑政策的理论基石。[6] 比例威慑论认为，威慑力量的规模，必须达到使对手蒙受的代价超过其发起一场大规模核攻击或常规入侵所能获得的潜在收益。比例威慑论不只是简单地向对手发出大规模破坏的威胁，更在于明确让对手知道，其将承受的这种毁灭性破坏，将在数量和质量上足以抵消其所获得任何可能的利益。[7] 不过当代倡导者重新提倡的最低威慑，与布罗迪的看法具有基本概念上的连续性，亦即都具有把“侵略者的人口和工业中心”置于打击危险之下的意愿。[8] 最低威慑倡导者们把这种观点界定为“核民事毁伤”（countervalue）方式，即发动摧毁性打击以惩罚对手国家，它有别于“核军事毁伤”（counterforce）方式，即消灭敌人军事目标使其无法实现其战争目的。[9]“核民事毁伤”作为最低威慑论的一个关键特征，传统上不受美国政策制订者的青睐。不过美国政策也并非一直对“核民事毁伤”反感。

在核时代初期，美国的战争计划在性质上基本上属于“核民事毁伤”范畴，宣称将大量毁灭苏联的城市，作为对苏联入侵西欧的回应。例如，1946 年制定的初步计划号召摧毁“苏联 20 个城市目标”。[10] 到 1949 年，这个计划名单增加到包括“70 个城市和工业中心”。[11] 选定这些目标，当然是因为这些城市或工业设施支撑着苏联发动战争的能力，但是从威慑立场来看，这些目标显然是“核民事毁伤”目标。贯穿整个 1950 年代，作为美国威慑逻辑和军事策划中心组成部分的明确的“大规模报复”政策，基本上按照“核民事毁伤”思维选定打击目标。[12] 但是到 1960 年代初期，随着美国整体政策走向肯尼迪政府的“灵活反应”，打击重心开始改变。国防部长罗伯特·麦克纳马拉在 1962 年对北约的一次讲话中，明确无误地阐述了这一转变。他说：“一旦发生由于对北约重大攻击而引起的核战争，主要的军事目的应是摧毁敌人的军事力量，而不是其平民。”[13] 从 1960 年代开始，相关政策肯定已发生巨大变化，但其后这种对“核军事毁伤”概念的坚持，一直延续至今。

应《2010 年核态势评估报告》的要求，美国国防部 2013 年发布《美国核武器运用战略报告》，其中明确阐明了这一立场。该报告说：“新的指导方针要求美国保持对潜在敌手的强大核军事毁伤能力，”并毫不含糊地指出，美国的政策“不依赖‘核民事毁伤’或‘最低威慑’战略。”报告强调，美国必须具备“如果威慑失败，实现美国和盟国的目的的能力。”该报告还勾画出美国的计划将如何实现这些目的，并明确表示：“美国不会故意打击平民或平民目标。”[14] 因此，当代倡导者定义的最低威慑，代表了在观念上从美国历史和当代核态势偏离的重要变化。

为什么倡导最低威慑?

最低威慑倡导者们论证说，这种变化不仅符合当前环境的实情，最终也反映了核武器在国与国关系中的真正性质，无论美国的政策制订者是否认识到这个事实。按此思路来看，美国囤积大量和各式核武器，并没有改变核武器在国际关系中的基本作用。但是，美国没有认识到核武库的真正重要性在于发挥最低威慑论所界定的狭窄政治效用，认识有误，而导致在核武器上耗费太多。

为说明此观点，最低威慑支持者们提出几个实例。首先，他们引述法国的核武库作为证据，指出法国测算其核武库规模的依据，就是能对敌人造成比例毁伤，从而有效地确保本国防御安全。其次，他们讨论了中国和美国的关系，指出中国拥有“大约 200 枚作战部署的”核武器,这种规模的核武库是按“最低威慑战略”构思，设计成“以摧毁大于台湾对美国的价值为尺度打击美国”。鉴于台湾是“美中两国在任何冲突中最可能的利益得失”，他们断定，中国的最低威慑战略有效牵制着美国远更大规模的核武库。第三，他们提出了历史依据，“事实上，双方在冷战早期就开始了互相威慑，”而且那个时候，就像现在一样，核武器的大规模囤积见证着我们误解了核武器在国际关系中的根本作用。[15]

综上所述，最低威慑论者们断定，核武器能对特定国家造成巨大毁伤，这种能力致使“政治家们保持克制。”[16] 诱发这种克制，代表着这些武器对国与国关系的真正效果，并应当成为核态势所追求的目标。根据最低威慑论者的观点，实现此目标只需相对小规模的核武库，因为，核武器的毁灭潜能终究是相关的，不论一个国家在和平时期是信奉“核民事毁伤还是核军事毁伤目标选定”思维。[17]

“最低”力量结构规模多大?

2011 年开始生效的新《战略武器削减条约》对美国目前战略核武库的数量作出规定。该条约把美国的核武库限制在“1,550 枚可计点的战略核弹头，700 个部署的战略运载工具，以及总数不超过 800 个已部署或非部署的战略发射井架。”此外,美国还保持着“非部署核武器”库存，以及在欧洲部署一个小型“非战略核武器”武库。[18] 福西斯、萨尔兹曼，以及萧布主张，该核武库可以削减到仅存“311 枚核武器”，而继续能“解决军事效用担忧”，保持“稳定的威慑”。[19] 缩小后的核武库可包括，各装一个核弹头的 100 枚洲际弹道导弹，以及各装一个核弹头的 192 枚潜射弹道导弹，部署在由 8 艘俄亥俄级潜艇组成的舰队。其余的核武器可供 B-2 轰炸机使用。[20] 核武器库规模按此假设，意味着目前武库将削减 90% 以上，也意味着美国将坚定承诺遵循最低威慑逻辑。[21] 最低威慑倡导者们认定，这样规模的武库仍将是多样化的和可靠的,足以确保“核威慑的关键要素”，如“战备性、生存性、灵活性”，仍体现在美国核态势之中。[22]

当代最低威慑倡导者们既然继续看重核威慑思维中的这些传统因素，也就不主张大幅度改变美国核力量的警戒态势，尽管他们谋求大幅度地修改其结构。此外，他们建议的 311 枚核弹头构成的武库，并不意味着是唯一能够将最低威慑概念实施于作战的计划。类似的计划，虽数字略有不同，也能满足他们的意图。不过，最低威慑的支持者们强调，任何称不上大幅削减的削减，都表明在根本上误解核武器对国家间事务的真正影响。[23]

美国当前战略形势对最低威慑论的挑战

本文在解说最低威慑的概念，并且探讨其构成核态势的潜在含义之后，在下两个章节将着重评估最低威慑能否真正吻合美国的特定地缘政治背景。首先简要叙述为什么美国在冷战期间没有实施最低威慑。在 1950 年代末，布罗迪发现，最低威慑无法满足美国在冷战时期的地缘政治背景形成的需要，主要体现在四个直接方面。他认为，首先，美国可能需要“一支大规模核力量”来确保实施“甚至是温和的报复。”其次，威慑力量必须令人生畏，足以造就出“让敌人感受得到的、我方敢于出手实施毁灭打击的高度意志。”第三，布罗迪不同意最低威慑的根本诉求——即核武器的相关性只是体现在作为政治工具，声称“如果威慑失败，我们必须有足够的力量去有效地开打一场全面战争。”最后，美国的核武库建设必须保持先发打击这个选项，即核武库必须具备让这种先发打击力达到“彻底压倒敌人报复力量”的规模。[24]

布罗迪当初质疑最低威慑的几点理由，与当前现实依然保持着不同程度的相关。他的第一点论断，即需要大规模核武库才能确保报复能力，对当今现实的说服力有所减弱，这是因为美国的三合一战略核力量现在具备了强大韧存性，布罗迪也是到 1950 年代末期才开始预见这样的韧存能力。[25] 现代最低威慑倡导者们了解这个观点，因此强调，核力量即便规模再小，也要重视生存性和多样性，为此，这支力量需由长续航核潜艇、移动陆基导弹系统（尽管美国现在并没有部署），和可携带核武器的多功能轰炸机组成。布罗迪提到的第二点，则在当今有各种不同意见。冷战时期，苏联的威胁让人们很容易地看到敌人愿意不惜一切代价打败美国。但是今天，美国的政策反映出广泛的共识，即“全球核战争的威胁已很遥远。”[26] 因此，目前关于核战争背景下敌人动机的看法，是根植于地缘政治中继续存在的、令人担忧的、虽不十分紧迫的种种不确定性（俄罗斯过去两年在欧洲的粗鲁行径更加坚定了这种看法）。不过这种宽泛的看法在效用上，更多的是强调保持核能力的必要性，而非支持特定类型的核态势。

布罗迪的第三和第四点，即需要保持足以致命的先发打击能力作为一项可用的政策选项，对于当今形势的说服力远不如对冷战初期。原因有二。首先，美国现在享有冷战时期所不具备的强大常规优势，在大多数可预见的情况下，能将冲突限制在常规战争并从中获益。第二，正如布罗迪后来指出，与另一个核大国的战略稳定，在很大程度上取决于两个潜在的敌手有能力部署安全的第二次打击能力。[27] 现在已经很难鼓动旨在搅乱这种战略稳定的进攻能力。[28] 不过，布罗迪对如果威慑失败该怎么办的担忧，仍然极为相关，促使我们从当今地缘政治背景出发，思考如果开出一份类似的担忧清单，将包含哪些内容。

美国目前的战略形势对最低威慑论提出三个具体挑战。第一个挑战包含在布罗迪对威慑如果失败该怎么办的质疑中。他指出，根据最低威慑的逻辑，在和平时期，把敌人城市置于核打击危险之下，起初似乎是将“威慑效果”最大化的明显方式。但是他看到，“矛盾随之而来，因为那些看上去最合理的威慑政策都涉及到承诺报复，如果被迫真地实施承诺而报复的话，又显得非常愚蠢。威慑战略应总是设想到威慑失败的可能性。”[29] 简言之，最低威慑的根本问题在于，纯粹“核民事毁伤”性质的报复攻击，在真正交战中不会给防御方带来任何优势，无论其采用防御

或是进攻。具体而言，由于最低威慑不赋予防御方“核军事毁伤”（拒止对方）选项，使防御方无法摧毁敌人的作战能力，这就可能让挑衅的进攻方能够继续追求其战争目的。“核民事毁伤”（惩罚对方）打击，固然能杀死大量平民，但可能未必能摧毁特定敌人的近期军事能力，因而不一定能结束这场特定的战争。

劳伦斯·弗里德曼（Lawrence Freedman）在他的著作《威慑》中解说了这个逻辑。他写道：“原则而言，拒止对方是比惩罚对方更可靠的战略，原因在于，如果必须要实施威胁，其依凭的是控制，而不是持续的胁迫。若用惩罚，就等于让被打击目标来选择还能承受多少惩罚；若用拒止，则根本排除这种选择。”[30] 对弗里德曼而言，环境因素最终将使“核民事毁伤”战略对特定的行为者更加有吸引力，但从概念的角度来看，拒止很显然是更可取的选择。此外，必须强调，最低威慑是立足于“核民事毁伤”性报复，即使敌方的大规模“核军事毁伤”攻击没有波及己方的城市。也就是说，报复性回击实际上会挑起敌方对此前己方未遭破坏城市的第二次打击。[31]

但是要解决这种概念上的缺陷，在最低威慑倡导者们看来，并不在于美国必须保持对另外一个大国——尤其是俄罗斯——的核军事毁伤能力。他们明确认为，只要将俄罗斯城市置于打击危险之下，就足以威慑俄罗斯的规模更大的核武库。[32] 这种看法似乎是肯尼斯·华尔兹（Kenneth N. Waltz）对威慑关系的现实主义者看法的延伸。华尔兹写道：“有人提问，假如威慑失败，为什么一个国家还要以威慑来威胁。这些人是提错了问题。”华尔兹认为，在核时代，显示坚定的回击决心，以此威胁对方，这就足以镇住可能的攻击者，因为“威慑需要的是回击的不确定性，不是回击的确定性，”毕竟，“如果报复，就将面对自己蒙受太大损失的风险。”[33]

说到底，华尔兹的观点在此问题上为最低威慑的逻辑提供了有说服力的论据，因为他的观点似乎解决了潜在可信性问题。但他的论述仍然无法克服一个根本事实，即美国承诺最低威慑，即意味着承诺采取对军事而言无用甚至适得其反的行动，而威慑一旦失败，将产生巨大的道德影响。[34] 埃里克·施洛瑟（Eric Schlosser）在其最近出版的有关核武器历史的著作《命令与控制》中，很好地总结了这个根本的缺陷：“在过去的 50 年里，最低威慑战略的问题变化甚微。它不能保护美国免遭即将来临的攻击；而在遭受攻击后，它只能报复杀死敌国的数百万平民。”[35] 很明显，这不是可接受的美国政策基础，因为美国有能力部署可行的核军事毁伤力量作为威慑。虽然人们应承认，任何大规模大范围的核攻击目标选定计划，都不可能是纯粹的核军事毁伤性质或纯粹的核民事毁伤性质，但是，这两个极端概念的区别，绝非仅仅是学术上的差异。一旦发生大规模的核交火，这种目标重点的区别就凸显其实际作用，它显示出（附带）平民伤亡和整体民事毁伤的程度上的巨大不同。

对最低威慑态势的第二个挑战是，它无法应对在一场常规战争中有限使用核武器的情况。如上所述，美国现今在大多数可预见的形势下拥有常规优势。美军的常规优势，使核武器对美国的敌人而言更加重要，他们可能把核武器看作是抵消美国常规实力的途径。凯尔·利伯和达里尔·普雷斯（Keir Lieber and Daryl Press）提出：“如果美国军队开始在战场上获胜，对手可能会使用核威胁强制停战，或拒止美国出入其盟国的基地。”

两位专家还指出："这种威胁可能会成功地迫使美国以没有取得决定性胜利的方式终止冲突。"他们提醒说，不要以为对手的这种策略是"无稽之谈"，在冷战的大部分时间中，当盟军常规兵力数量远敌不过华沙条约时，"北约采用的就是这种策略。"他们由此得出结论："当代战争的一个中心战略谜团是，最适合支配常规战场优势的战术，也是最可能触发核升级的战术。"[36] 最低威慑不足以应对核武器的这种作用，因为最低威慑作为一种政策，未能充分预见到核武器对相对弱势国家的重要性，弱国可能相信，同美国进行有限的战争符合他们的利益。

利伯和普雷斯认为，对这种可能情景，应对之策是构建一个多元核武库，含三类武器。第一类是"一些高当量的核武器"。就这一点而言，他们同最低威慑倡导者们意见相同，认为维持这些武器对防备生存威胁仍然重要，他们并同意，这些武器的数量能削减到目前水平以下。第二类武器是"常规反击军事毁伤武器。"[37] 此建议亦与最低威慑倡导者们的想法吻合，因为其强调重点是当代精确武器有能力反制那些拥有粗糙核武器的敌对力量。[38] 最后一类武器是精确度提高的低当量核武器。[39] 在这一点上，利伯和普雷斯与最低威慑倡导者们的观点尖锐相左，二人强调，美国需要这类武器来遏制敌人有限使用核武器的图谋，认为"威慑之为可信，在于如果敌人准备使用核武器时，美国领导人手头拥有几种可接受的选项。一个只意图摧毁敌人城市的核武库，达不到可信威慑的标准。"[40] 值得注意的是，在小布什执政第二任期间，这种思维指导了"精确、低当量、能大幅降低平民伤亡的武器"的研发努力，以此作为针对核升级的更有效威慑手段。[41]

利伯和普雷斯还对常规战争中有限核打击的作用表示了担忧。我们应该重视这种担忧，看清这种担忧不仅仅停留在理论范畴，因为在关于最近俄罗斯战略计划的公开报道中，这种意图已经显而可见。例如俄罗斯学者尤里·费德洛夫（Yury Fedorov）辩称："核武器被视为能弥补俄罗斯同技术先进国家，尤其是美国之间的，不断扩大的非核力量差距的唯一手段。"他指出，对差距的担忧产生了一种"核降级"理论，按此理论，"先发性有限使用核武器，不会自动升级为大规模的核战争，"但或可"说服"敌对国家相信，"使用常规军事力量（精确空中和导弹打击）针对俄罗斯是鲁莽的。"费德洛夫表示，这种"'核降级'情景可能是俄罗斯 1999 年以来举行指挥参谋军官大规模作战推演的一部分。"[42] 对俄罗斯和其他国家的这种思维趋势，最低威慑作为一种核态势，尚不足加以应对。利伯和普雷斯认为，最低威慑由于存在这种缺陷，而失去必要的可信度，因为"如果敌人使用核武器打击一个纯军事目标，报复摧毁对方城市将会是极不对称的反应。"[43]

美国目前的地缘政治背景对最低威慑态势构成的第三个挑战涉及到延伸威慑。《2010 年核态势评估报告》把延伸威慑描述为美国向盟邦提供核威慑，以遏制区域入侵并打消盟邦建设本国核武库的需要和意愿，从而阻止核扩散。延伸威慑包括向欧洲的北约国家部署有限数量的非战略核武器，和保持向亚太地区前沿部署非战略和战略核武器的能力，以应对突发状况。[44] 为保障实施延伸威慑，现有武器库存中包含多样化各式武器和运载发射系统，近期未来内，还要加入由隐形 F-35 和 B-2 携带的经过现代化升级的 B-61 核炸弹。[45]

不过，最低威慑倡导者认为，延伸威慑不符合美国的利益，他们敦促美国的政策制订者从对盟国的承诺后退，从整体上思考此类联盟是否“有用”。[46] 他们的全套建议中包括大量的政策建言，影响覆盖面巨大，超出本文的讨论范围。[47] 但仅就关于核威慑的提议而言，如果撤掉美国核保护伞，最直接的影响，就是推动核扩散，促使与美国友好的国家因为失去核威慑而自己研发核武器。最低威慑倡导者再次以华尔兹的观点为支撑，而不担心这样的现实，因为在他们看来，这种局势将迫使美国的盟友承担自己建立威慑力量的负担，由此很可能产生一种区域稳定，类似今天印度和巴基斯坦之间的现状。[48] 有些人会痛惜美国因此失去起稳定作用的影响甚至失去对这些局势的控制，对此，华尔兹提出两点相关的看法。第一，核扩散并“不见得引发核战争。”第二，如果弱国在战争中最终使用核武器，“世界不会终结。”与之相反，“弱国使用核武器很少可能引发其他地方也使用核武器。”[49]

最低威慑倡导者们就核武器在区域冲突中的潜在稳定因素提出了一些重要的看法，但是这些看法没有就为什么美国应放弃经过长期考验的联盟给出令人信服的理由，毕竟，在二战后的年月里，这些联盟为全球稳定以及防止核扩散做出过重大贡献。虽然美国盟邦中如果出现核扩散，有可能有助稳定区域安全结构，但是美国通过向其盟国提供延伸威慑，对全球发挥了重要的影响力，并最终降低区域核战争的可能性。美国这样做，可确保为保护盟国免遭核侵略而备存的核武器处于最高标准的安全监管之下，而盟邦如果自己拥有核武库，不见得能做到同样严格的监管。

最低威慑无法满足美国的战略需要

总之，最低威慑态势允许一些国家能有效地使用核武器的最根本的功能。一个国家，只要能在极端情形中可信地威胁将实施大规模核民事毁伤，那么，这样的最低威慑就能慑阻对方不敢发动大规模的核攻击，还能镇住其他关乎生存的威胁，包括常规战入侵。一个国家，如果其核武器没有其他战略用途，视其具体地缘政治背景需要和主流价值观，采取最低威慑态势不仅有效用而且有效率。中国和印度等国家就处于这种背景并采取这一立场。[50] 其他一些国家则把核武器看作是抵消潜在敌人常规优势的途径，因此设想核武器在本国政策中发挥更广泛的作用，广言之，俄罗斯和巴基斯坦就是这样的国家。[51] 但是美国所处的地缘政治背景与其他各国不同，其独特性体现在三种重要方面。

首先，美国政策必须确保，一旦核威慑失败，美国具备针对敌军事设施有效实施核军事毁伤的报复能力。但这一立场与通常所称的“核作战战略”大为不同，前者只是简明表达出，美国继续拒绝采取以平民密集区为打击目标的威慑手段。这样的政策增加可信度，为国家领导人提供能够拒止敌人实现其军事目的的报复选项，并且表达美国长期以来坚持的立场，即使在最极端的情况下，也要把平民伤亡降到最低。第二，美国虽在大多数可预见的意外事件中享有常规优势，然而，美国需要有手段遏制某些国家有限使用核武器，防止这些对手企图通过相对节制地使用核武器而在战场上达成均势。最后，美国还承诺向其盟国提供延伸威慑，让共同安全的伙伴国放心，同时打消伙伴国核扩散的意愿。以这些相关现实背景的因素来衡量，严格意义上的最低威慑态势，肯定无法满足美国的战略需要。

代之以双重威慑

根据以上分析，美国的地缘政治背景要求其自身核态势必须由两部分组成，才能有效地应对其战略关切，并且在此过程中为美国核汰换计划提供有效的指导。这种核态势表现为双重威慑（Dual deterrence），其第一面向是生存威慑（Existential deterrence），它不同于最低威慑倡导者所表述的生存威慑，不同点在于前者并不立足于以少量可生存武器构成实施核民事毁伤的计划。[52] 这里所说的生存威慑，只是表明建立一种力量态势，完全用于威慑敌人针对美国主权和生存的威胁，这种威慑是立足于大规模核军事毁伤报复能力，形成可信的威胁，专门应对最极端状况，用于保证美国的独立和基本安全。这种生存威慑力量由现有三合一战略核力量中的陆基洲际弹道导弹和海基弹道导弹这两条腿组成，对现有力量的结构、预警态势，或指挥控制的模式几乎不需做任何改变。但是，在与另一个大国的均势不再是军队规模重要驱动因素的年代，军方策划者在继续评估保持可信核军事毁伤目标计划所需的能力时，可以考虑削减一些弹头和导弹数量。鉴于陆基洲际弹道导弹和海基弹道导弹部队在今后几十年汰换装备上面临重大经费预算压力，适度的潜在削减，可为军方节省宝贵的资金。

但是，强调陆基洲际弹道导弹和海基弹道导弹这两条腿作为生存威慑的恒定力量，并不意味着三合一战略核力量中的轰炸机部分对保障美国安全与生存不再相关。携核轰炸机继续发挥着遏制大规模核战争的作用，并能在危机发生期间构成适当的态势。进一步，如果前两项能力中任何一项出现不可预测的漏洞，空基核力量将为三合一战略核力量提供关键的技术折冲选项。但是，自从核时代开始以来，空基核力量的作用已发生显著的变化。起先，轰炸机处于随时待命核警戒状态，以遏制苏联的威胁，但持续空中飞行警戒自 1968 年起停止，地面的持续警戒也从 1991 年起停止，因此，我们现在有必要重新审视三合一战略核力量中不可缺少的这一条腿，思考它除了在世界末日场景中可能发挥的作用以外，还能从根本上向美国提供些什么。[53]

继此讨论，我们再来看双重威慑的第二面向：升级威慑（Escalation deterrence）。升级威慑的目的只在阻止常规战争升级，把常规战争限制在常规范围。为达此目的，它慑阻对手在原本常规性质的战争中有限使用核武器，并向关键的美国盟邦提供延伸威慑。近期中，升级威慑由空军的核常双能轰炸机和战斗机组成，在未来，将通过确保远程打击轰炸机和 F-35 的携核能力长久保持升级威慑。从武器角度来看，目前近期的武器库存能保障这种力量的构成，及至未来，将通过对 B-61 重力炸弹现代化升级，以及采购远程防区外导弹来长久维持。升级威慑还应打开一道门，一旦发现我们现有的武器无法可信地慑阻潜在对手研发的新能力或新作战思维，就能及时发展我们的新式武器。[54]

保持一支具备升级威慑作用的力量，其战略价值巨大，能加强三合一战略核力量中传统上由空基打击能力所提供的灵活性。它不仅通过提供利伯和普雷斯倡导的规模可调选项，能有效地应对核降级理论，维持美国核保护伞的可信度，让美国的盟国放心；而且它能确保美国保持一支能够释放可调性战略信息的灵活力量。事实上，升级威慑这个术语本身就具有重大价值，因为它加强核常双能战机参与重要区域性演习的意义，以及轰炸机全球“存在”部署的目的。2013 年 B-2 和 B-52 参加在韩国领空的演习明确体现了这

个概念。[55] 在这个意义上，在濒临战争的紧张局势下，升级威慑力量将是传递与此特定环境紧密相关的明确信息，或“定制威慑宣传行动”的最好工具。[56]

对美国空军而言，升级威慑力量的组织价值也是巨大的。它引导有关方面重点关注核常双能轰炸机和战斗机机群的建设，从新的视角审视从核训练设计到关键的指挥控制实践等一切相关的方面，并始终保持核安全的神圣原则。

结语

最终，双重威慑并不预示核武器承载任何革命性的新用途，也不倡导全盘改革美国的力量结构。它只是对三合一战略核力量三条腿的贡献分类说明，归纳出各自对潜在敌人、重要盟国，乃至美国核体系本身的持久关联和意义。它体现为一种平衡的态势，一方面避免废核论阵营和最低威慑论阵营的极端主张，另一方面避免突出核武器的强大作战作用。它广义阐明核武器的潜在作用，但不排除有益的战略模糊，亦不阻碍三条腿相互强化互为保险，以此折冲技术上和地缘政治上的不确定性带来的风险。它的目的是简明展现核武器对美国的持久价值，同时最大程度降低在整个升级频谱中潜在敌人利用核威胁的价值。如此，双重威慑为我们提供一个基本的框架，指导我们正确实施已成当务之急的美国核体系的汰换计划。★

注释:

1. Bernard Brodie, Strategy in the Missile Age [导弹时代的战略], (Princeton, NJ: Princeton University Press, 1959), 272, 273.
2. 同上，第 273 页。
3. 同上，第 274-75 页。
4. 同上，第 276 页。
5. James Wood Forsyth, Col B. Chance Saltzman, and Gary Shaub Jr.,“Remembrance of Things Past: The Enduring Value of Nuclear Weapons”[回溯核武器的长久价值], Strategic Studies Quarterly 4, no. 1 (Spring 2010): 84.
6. 同上，第 78-79 页。
7. 同上。
8. 同上，第 79 页。
9. 同上，第 76 页。
10. Phillip S. Meilinger, Bomber: The Formation and Early Years of Strategic Air Command [轰炸机：战略空军司令部的组建和初期], (Maxwell AFB, AL: Air University Press, Air Force Research Institute, 2012), 104.
11. 同上，第 108 页。
12. Lawrence Freedman, The Evolution of Nuclear Strategy3rd ed. [核战略的演变，第三版], (New York: Palgrave Macmillan, 2003), 222.
13. 同上，第 223 页。
14. Department of Defense,“Report on Nuclear Employment Strategy of the United States Specified in Section 491 of 10 U.S.C.”[美国法典第 10 卷第 491 节授权的美国核武器运用战略报告], (Washington, DC: Office of the Secretary of Defense, June 2013), 4, 2, 5.
15. 同注 5，第 78-79 和 82 页。

16. 同注 5，第 80 页。有关这项讨论的更多介绍，参看 James Forsyth,“The Common Sense of Small Nuclear Arsenals”[小型核武库常识], Strategic Studies Quarterly 6, no. 2 (Summer 2012): 93-111.

17. 同注 5，第 82 页；另参看 James W. Forsyth, Col B. Chance Saltzman, and Gary Shaub Jr.,“Minimum Deterrence and Its Critics”[最低威慑及相关批评者], Strategic Studies Quarterly 4, no. 4 (Winter 2010): 5.

18. Department of Defense, Nuclear Posture Review Report [核态势评估报告], (Washington, DC: Office of the Secretary of Defense, April 2010), ix, 27.

19. 同注 5，第 82 页。

20. 同注 17，“最低威慑及相关批评者”，第 5-6 页。

21. 同注 5，第 82 页。

22. 同注 17，“最低威慑及相关批评者”，第 5 页。

23. 同注 17，“最低威慑及相关批评者”，第 10 页。

24. 同注 1，第 277 页。

25. 同注 1，第 286 页。

26. 同注 14，第 2 页。

27. 同注 1，第 303 页。

28. 有关在冷战期间以互盯弱点形成战略稳定的概念如何演变，以及至今仍影响核政策的详细讨论，请参看 Keith B. Payne's The Great American Gamble: Deterrence Theory and Practice from the Cold War to the Twenty-First Century [美国的豪赌：从冷战至 21 世纪的威慑理论和实践], (Fairfax, VA: National Institute Press, 2008).

29. 同注 1，第 291-292 页。

30. Lawrence Freedman, Deterrence [威慑], (Cambridge, UK: Polity Press, 2004), 39.

31. 同注 1，第 292 页。

32. 同注 5，第 83-84 页。

33. Scott D. Sagan and Kenneth N. Waltz, The Spread of Nuclear Weapons: A Debate Renewed, 2nd ed. [核武器的扩散：重开辩论，第二版], (New York: W. W. Norton & Company, 2003), 24.

34. 虽然“核民事毁伤”战略的道德缺陷不是本文讨论的重点，但我们如果不澄清“核民事毁伤”报复性打击目标计划在道德层面的影响，就无法讨论最低威慑的这个道德面向。

35. Eric Schlosser, Command and Control: Nuclear Weapons, the Damascus Accident, and the Illusion of Safety [指挥与控制：核武器、大马士革事故及安全幻觉], (New York: Penguin Press, 2013), 484.

36. Keir A. Lieber and Daryl G. Press,“The Nukes We Need: Preserving the American Deterrent”[我们需要的核武器：保持美国的威慑力], Foreign Affairs 88, no. 6 (November/December 2009): 42, 43.

37. 同上，第 47-48 页。

38. 同注 5，第 83 页。

39. 同注 36，第 48 页。

40. 同注 36，第 44 页。

41. Roger Speed and Michael May,“Assessing the United States' Nuclear Posture”[评估美国的核态势], 收录于 U.S. Nuclear Weapons Policy: Confronting Today's Threats [美国核武器政策：应对当前威胁], ed. George Bunn and Christopher F. Chyba (Washington, DC: Brookings Institution Press, 2006), 265.

42. Yury Fedorov,“Russia: 'New' Inconsistent Nuclear Thinking and Policy”[俄罗斯“新”的不恒定核思维和政策], 收录于 The Long Shadow: Nuclear Weapons and Security in 21st Century Asia [挥之不去的阴影：21 世纪亚洲的核武器和安全], ed. Muthiah Alagappa (Stanford, CA: Stanford University Press, 2008), 135, 148.

43. 同注 36，第 44 页。

44. 同注 18，第 31-32 页。

45. 同注 18，第 34-35 页。

46. 同注 17，“最低威慑及相关批评者”，第 8 页。

47. 若想更好领会这些广泛的政策影响，可参看 James Forsyth,“The Past as Prologue: Realist Thought and the Future of American Security Policy”[以过去为起点：现实主义者思考美国核安全政策的现在和未来], Strategic Studies Quarterly 5, no. 3 (Fall 2011): 102-20. 在此文中，Forsyth 博士有效地勾勒出美国外交政策的广泛前景，包括在整体现实主义框架内的最低威慑。

48. 同注 17，第 80-81 页。

49. 同注 33，第 17 页。

50. National Security Advisory Board on Indian Nuclear Doctrine,“Draft Report of National Security Advisory Board on Indian Nuclear Doctrine”[国家安全咨询委员会关于印度核准则报告草案], (New Delhi: Government of India Press, 17 August 1999), 2.

51. Charles E. Costanzo,“South Asia: Danger Ahead?”[南亚：前面危险 ?], Strategic Studies Quarterly 5, no. 4 (Winter 2011): 101.

52. 同注 5，第 78 页。

53. Scott D. Sagan, The Limits of Safety: Organizations, Accidents, and Nuclear Weapons [安全的局限性：组织、事故及核武器], (Princeton, NJ: Princeton University Press, 1993), 195; 另参看注 35，第 458 页。

54. 拥有“升级威慑”力量的优势之一是，它能提供评估未来武器项目的战略背景，其情况类似布什时代的“坚实型钻地核弹”项目。

55. James A. Blackwell Jr. and Charles E. Costanzo,“Busting Myths about Nuclear Deterrence”[打破核威慑的神话], Strategic Studies Quarterly 9, no. 1 (Spring 2015): 18.

56. Gen Kevin Chilton and Greg Weaver,“Waging Deterrence in the Twenty-First Century”[在 21 世纪实施威慑], Strategic Studies Quarterly 3, no. 1 (Spring 2009): 34.

乔舒亚·D·威塔拉，美国空军少校（Maj Joshua D. Wiitala, USAF），西雅图太平洋大学文学士，诺威奇大学文科硕士，空军大学文科硕士，现任美国战略司令部 J873 部参谋官，参与推动空射核武器及其相关运载平台的现代化与汰换计划。他曾任 B-2 飞行教官，拥有核与常规作战行动的广泛经验。

空天强则国强

An Aerospace Nation *

约翰·盖斯博士 / 美国空军退役上校（Dr. John P. Geis II, Col, USAF, Retired）**
彼得·葛礼胜，美国空军中校（Lt Col Peter Garretson, USAF）

航空航天，与美国形象——体现为国家实力和国际地位——的铸就密不可分。美国借助空天领域的发展，开创出新的旅行模式，促进了经济繁荣和国防安全。但是，美国空天实力的快速增长并非天赐，而是举全国之力，是整个美国社会齐心协力的结果。军事专家与民间工程师密切合作，慎密界定各种需求，专家学者为设计方案出谋划策，技术工人与设计师一起把图纸变为现实。这种携手合作使得美国成为一个空天强国，航空航天工业至今仍对美国经济、美国民众和美国生活方式起着至关重要的作用。现在，我们有必要回顾航空航天对美国的影响，并且警告忽视航空航天的后果和代价；更加重要的是，提醒美国必须对国家空天事业的未来规划一个新的愿景。

空天强国的崛起

在二十世纪中叶，美国的航空航天工业蓬勃发展，使得美国在第二次世界大战后拥有世界上最先进的商业基础设施和卓越超群的经济，并且率先成为世界上第一个拥有核武器的超级大国。[1] 航空航天工业奠定了美国经济发展的基础，在几十年间吸纳了巨额投资——同时也构成美国实力的一个主要来源。[2] 除了劳工生产率翻一番之外，成为空天强国也是美国经济增长的一个关键支柱。[3] 它使得美国在保卫国家利益方面获益匪浅。航空航天工业的发展带来了许多先进能力，使得我们拥有非对称的技术优势，从而可减少国防支出。通过这种“抵消”而节省出来的国防支出便用于美国经济中其他部门的发展。

STEM = 科学、技术、工程和数学

第一波抵消来自推进技术、空气动力性能、飞航控制、航空航天电子设备和人类因素等在 1950 年代及随后年代的快速发展。美国作为一个空天强国，有效整合了这些技术。航空航天界携手实施“第一波抵消战略”，把核弹头集成到炸弹和导弹上，从而允许艾森豪威尔总统能够推行“新展望”战略——在 1952 年至 1956 年期间削减国防预算 40%。美国凭借其空天优势，抵消了苏联的军事力量，而且丝毫无损美国的国家安全或我们对盟友和伙伴合作国的承诺。[4]

第二波抵消来自对传感、精确导航和报时、情监侦以及隐形技术的投资。像前一次一样，美国的空天优势，允许我们只需要使用少量的武器就能击中和摧毁重要的军事目标。这些投资使得我们能够减少先进平台的采购数量，节省出几十亿美元，同时仍能保持凌驾于世界其他国家之上的空天强国地位。[5]

---

* Translated and reprinted with permission from USAF *Strategic Studies Quarterly*, Winter 2015, Vol. 9, No. 4.

** 本文作者谨向下列人士致谢，感谢他们在本文撰写过程中提供的帮助和建言：Glenn Spears 中将（退役）、Bill Chambers 少将（退役）、Waldo Freeman 少将（退役）、Ronald Banks 上校、Douglas Demaio 上校、Clint Hinote 上校、Tony Meeks 上校、Kyle Robinson 上校、Everett Dolman 博士、Harry Foster 先生、Steve Hagel 先生以及 James Mock 先生。

航空航天领域的这些投资给美国经济和纳税人带来了巨大利益，至今仍然如此。今天，航空航天工业——包括私营飞机制造公司、通用航空和商业航天——给美国创造了1,185亿美元的出口销售额和大约3,700亿美元的国内航空航天采购额，受雇于航空航天工业或相关产业的人数超过184.9万人，而这些人的消费支出又为另外251万人创造了就业机会。航空航天工业对美国国内生产总值的贡献率名列第五，仅次于医疗保健、化工、食品工业和信息技术。[6] 在这五个产业中，只有食品工业也给美国创造了出口顺差，因此航空航天工业是美国对外贸易平衡的一个重要因素。[7] 它有助于美国提高“应对恐怖主义、环境灾害和流行病等威胁的”能力。[8]

另外，航空航天投资导致新技术和新企业涌现。每年，美国国家航空航天局会出版一本以“衍生效益”（Spinoff）为标题的小册子，列举其投资回报成果，而这类回报通常据估计是每花费一美元可获得价值几美元的效果。[9] 下面只是几个小例子，说明这些投资所产生的新技术如何创造了更多的就业机会和更高的经济效益：

- 过滤系统，让世界各地数以百万计的民众能够喝到收费低廉的饮用水；
- 生物反应器，促成价值数百万美元的新的有机果汁健康饮料系列产品问世；[10]
- 绝缘气凝胶，用于制作更耐用的绝缘外套，保护宇航员免受太空极端温度的伤害（此类凝胶现在还用于制造建筑材料，借以改善节能性能）；[11]
- 新型涂料，可提高太阳能收集器效率；
- 抗重力跑步机，最初研发用于训练宇航员，现在也供遭受手臂和大腿严重损伤的患者用于康复锻炼。

美国在航空航天领域的投资催生了许多产业，推动着我们的经济发展和提高我们的生活品质。但是，尽管美国取得了这些成功，我们切不可把这种技术创新的源泉视为理所当然而怠慢忽视。

忽视航空航天的代价

美国作为一个空天强国崛起，值得我们引以为豪，但是辛勤获得的成就正在很快丢失。民族国家的兴亡如过眼烟云。想当初，在1900年，英国是世界上最富裕的国家，拥有全球最强大的武装力量，是世界贸易、信息和金融中心。英国的教育制度傲视群伦，英镑是全世界的基准货币。在二十世纪初叶，大英帝国涵盖全球五分之一的领土，其臣民占全球人口的四分之一。但是，在大英帝国航空协会宣告成立后的四十年间，光环坠落，大不列颠统治五大洋的时代一去不复返，“美利坚世纪”取而代之。[12]

现在，美国正在发生类似的变化。美利坚航空公司一名前任首席执行官沮丧地说：“[我们]现在各种指标都已落人后。”[13] 曾经，我们高瞻远瞩，一体化整合的航空航天是构成美国力量核心的文化、工业、智慧宗旨，更是我们的宏愿大志。现在，美国畏缩不前，丧失了与生俱来的好奇心和开拓疆域的探索精神。

今天，美国老百姓对航空航天已无宏愿大志可言，世俗，厌倦，无所谓。在2014年，没有任何一家美国航空公司跻身于世界上最大的25家航空公司之列。[14] 我们的机场也差强人意，与杜鲁门总统和杜立德将军当初的宏伟设想差之千里。截至2015年3月，世

界上最大的 25 个机场名单中找不到美国机场，而且有 19 个国家的机场基础设施超越了美国在辛辛那提的顶级机场。丹佛国际机场是我们最新的机场，耗费了几十亿美元和五年时间才竣工，但其行李系统仍运作不灵；该机场在美国排名第二，但在世界上只落到第 37 名。[15] 与此同时，中国等其他国家的航空设施建设速度超过美国，而且设施标准也高于美国。中国计划花费相当于 2,500 亿美元的投资建设着眼于未来的航空航天工业，目前世界上正在建造的机场有三分之二在中国。[16] 北京国际机场的建造时间只是丹佛机场的一半，[17] 现在它是世界上最大的 10 个机场之一，客流量是丹佛国际机场的七倍。[18] 在有些中国城市里，机场开发商们聘请美国著名的航空城（“空港商业城”）倡导者当顾问。[19]

因此，有那么多的美国人到航空航天领域之外的其他行业去寻找自己的梦想和就业机会，这并不奇怪。[20] 有技能的千禧世代就业者向往硅谷，而不是加州帕姆代尔或俄亥俄州戴顿。在美国，航空航天创新似乎处于放任不管的自动驾驶模式，与曾经扶植航空航天工业和美国崛起的国家目标及政策无任何关联。四十多年前，阿波罗 11 号实现首次载人登月时，有六亿人观看电视转播；十二年前，太空船 1 号实现首次有人驾驶私人太空飞行，赢得一千万美元的 Ansari XPRIZE 奖时，只有 11,000 人在电视机前观看。

丧失航空航天竞争能力

在至关重要的太空领域，美国的市场占有率正在萎缩。美国曾经是占有主宰地位的太空力量，2008 年拥有 31 份新卫星订单——占当年世界新卫星订单总量的 54% 以上；到 2013 年，美国拥有的卫星订单数量只占世界订单总量的 32%；到 2014 年，美国只有 11 份新卫星订单。换言之，在仅仅五年之内，美国的世界市场占有率下降了 22%。[21] 在飞机制造方面，情况也不妙。与欧洲竞争对手相比，美国正在丧失竞争能力，而且似乎会进一步丧失——这将重创美国经济的一个重要部门。航空航天工业飞机部门的就业总数在 1998 年高峰期达到 741,100 人，今天只有 606,000 人，减少了将近 20%。[22] 空中客车公司不断地挑战世界主要飞机制造商波音公司，而中国则刚进入国际市场（中国凭借其低于美国和欧洲的工资结构能够与欧美竞争）。[23] 如果没有果断的领导和慎密的振兴计划，美国的市场占有率很可能会继续下降。新成立的中国飞机制造商中国商用飞机公司（Comac）已经获得 400 份 C919 飞机订单，这种飞机像空客 A320 和波音 737 一样，属于大型商用飞机类。这个订单数目大致上等于波音或空客最近几年的全年大型飞机订单数。[24]

美国在高科技领域的领导地位也是摇摇欲坠，倘若不加以补救，将会抑制我们的经济增长。美国在 50 个先进产业中，只有 9 个对降低贸易赤字有所贡献，而航空航天是其中之一。而且，在这些产业中，航空航天对美国贸易平衡的贡献最大。但是，就高科技产业的就业人数而论，美国正在逐步败退。美国就业市场中高科技产业就业人数，在比例上落后于捷克共和国、斯洛文尼亚、德国、匈牙利、瑞典、芬兰、意大利、丹麦和奥地利。此外，由于美国高科技产业就业人数在发达国家中属于下跌幅度最大之列，在今后几年内，美国很有可能跌落到法国、荷兰、挪威和比利时的后面。[25]

美国问题的症结之一是，劳工队伍中缺乏受过科学、技术、工程和数学（STEM）良好教育的人才。根据普华永道会计师事务所在 2013 年对若干公司首席执行官进行的调

查，有 54% 的航空航天公司认为缺乏拥有合适技能的人才是公司发展所遭遇的最大威胁。其他国家培养的工程师和自然科学专业人才数量超过美国。根据美国商务部的估算，到 2018 年，“美国将有超过 120 万个 STEM 工作职位闲置，因为找不到足够的合格人才。”[26] 若要振兴航空航天强国地位，首先应该让我们的年轻人感受到航空航天创新时期最初几十年的神秘魅力。如果美国不能激励新的一代投身于宏图大业，不能吸引工程技术人才在高科技产业实现变革，那么，美国将在与其他国家的竞争中继续失利，导致“美利坚世纪”被“亚洲千禧年”取代。[27]

成为空天强国，在过去使美国经济获益巨大，今后也可以做到这样。除了在航空航天及相关领域创造了 400 万个以上的就业机会，对这些产业的投资还有助于改善美国民众的生活。2014 年，美国国家航空航天局估计其投资和开发的技术拯救了 449,850 个人的生命（相当于亚特兰大的全市人口），创造了将近 19,000 个工作机会（大致等于麦迪逊广场花园体育场的座位数目），为商业公司产生了 52 亿美元的营业收入（超过北美所有音乐会演出的收入），并且让美国民众节省了 186 亿美元的生活费用（超过全球航空业的总计营业收入）。[28]

对这些企业的投资获利丰厚，美国在航空航天工业的投资从来没有出现过亏本。仅在 2010 年，航空航天工业的投资给美国财政创造了 378 亿美元的税收。[29] 这些投资大部分将在今后若干年继续创造经济效益，或者将生成衍生公司，而这些新生企业和产业在未来发展过程中也会为纳税人创造经济效益。尽管确切的估计数据因具体研究方法和分析的时间框架不同而有所差异，但是政府对航空航天工业的投资确实给私营企业创造了大量的工作职位和衍生公司，从中产生的税收远远超过投资金额，使得航空航天工业成为政府支出确实为纳税人带来经济效益的少数几个部门之一。[30] 因此，成为一个先进的航空航天国家将有助于平衡联邦预算，并且让下一代享受到经济繁荣的益处。美国现在需要有一个航空航天工业愿景以及实现该愿景的战略。

对未来的思考

美国可以重新振兴其航空航天工业，使其成为全球景仰的产业，再次带动美国的创新、商业发展和贸易。但是，这将要求举国同心：工程师、产业界、学术界和军方。在 1950 年代核武器和航天竞争的压力下，我们曾经有一个成功模式，做到了全国上下同心协力，但是现在需要有一个范围更宽广的模式。[31]

1946 年，为了帮助航空航天工业发展，杜鲁门总统发布了第 9781 号行政命令，宣布建立空中协调委员会，其使命是“审视涉及一个以上相关机构的航空问题和发展，以及制订和推荐可执行的综合政策与可采取的行动。”[32] 通过国务院、战争部、海军部、商务部、邮政总局和民用航空委员会等各部门之间的合作，美国建立了后来成为世界样板的空域结构，还建立了后来使得美国能够在太空竞赛中进行有效竞争的太空活动愿景。今天，我们面临着范围更宽广的挑战，因此我们需要有一个类似的、但是范围更宽广的结构框架。

有鉴于此，美国必须建立一个国家航空航天协调委员会，负责提供实施国家航空航天战略所必需的机构协调。该委员会直接对总统负责，其成员至少应包括国家航空航天局、联邦航空管理局、白宫科技办公室、教育部、商务部、能源部、国土安全部和国防

部的代表，借以协调和实施振兴美国的STEM 教育及航空航天基础设施产业所需的措施。该委员会还应该听取——或经常咨询——航空航天工业领先企业的意见。委员会的中心职责将是开拓前行路径，利用所有形式的航空航天技术，包括机器人、无人机、信息技术、能源研究和航空航天设计，借以加速推动创新、贸易、物流和新科技突破。

建立一个航空航天新结构

像其前任一样，这个委员会将要完成的一项工作是,制订二十一世纪空域利用计划。该计划需要适用于大群的无人驾驶航空器，这些航空器可能在国家空域内（也许在航空站附近）运送货物和服务，并且在人工管理员的视线之外自主飞行。这个结构框架需要适用于若干物流模式，例如无人机运送货物和服务到家门，以及在现有空域结构和太空之间通行。[33] 该系统制订之后，应该递交给国际民用航空组织，在国际上实施。

大幅增加远期投资

国家航空航天协调委员会获得授权，协调研究工作，落实到航空航天技术，促成航空航天领域全面发展。教育部和国防部实验室系统、国防部先进研究项目局以及国家海洋与大气管理局的投资可以综合使用，借以推进新的航空航天结构概念，包括翼身融合机体和新型发动机设计，例如空军的自我调整通用发动机技术（ADVENT）计划或国家航空航天局的环保型航空项目。通过有代表性的行业，这些创新技术可以与美国业界领先企业分享，使这些企业能够把创新技术推向市场，从而提高其在新兴和新型业务机会市场的占有率。在这个投资范畴内，该委员会将确保基本的科技研究放眼于未来。目前，此类投资只占研究机构投资的很小一部分，因此增加此类投资不需要多少成本。但是，太空采矿、改变小行星运行轨道以防地球被撞，以及在太空有效采集和储存电力等技术，都需要创业基金，这些航天能力应该是远期投资的导向标识。

启动新的创新奖系列

航空航天领域的各个方面都需要有新技术，包括对无人机运送货物和服务的控制以及建立新的太空能力。为了实现这个目标，政府应该协同私营企业，针对关键技术领域的创新突破设立“X 奖”系列，以资奖励国内的工程技术人才。可能需要重点奖励的项目包括精准导航和报时以及应用型自主技术。国家航空航天协调委员会将努力确保这些方面的竞争具有高度针对性，旨在开发和实施上文所述的国家航空航天利用愿景，并且推动下文描述的太空探索。

增强抗风险能力和探险精神

美国需要重新致力创新和敢冒风险。涉及科技风险的研究工作对于促进航空航天工业发展以及产生为美国创造就业机会的新衍生技术和企业有至关重要的作用。风险极低或没有风险的研究工作只能带来极少或空白的效益。如果我们没有偶尔在拓展科技领域的尝试中遭遇失败，只能说明我们没有尽力而为。[34]

肯尼迪总统在 1962 年曾经说过：“我们选择十年内实现登月和其他一些事情，不是因为它们容易，而是因为它们艰难，是因为这个目标将凝聚民心，把我们的潜能和技能发挥到极致。”[35] 诚如肯尼迪总统所说，美国需要有宏大的目标。因此，国家航空航天协调委员会在指导研发工作支出时将会有意把一部分资金调拨给可能失败——甚至可能惨败——的项目。但是，这样的失败将使我们学会如何在下一次把自然科学项目做好。就

是说，早期的失败、经常的失败、有时甚至是引人瞩目的失败，需要成为先进技术研究工作中一项应该接受的成本。[36]

制订新的国家航空航天基础设施计划

国家航空航天协调委员会将探索国家航空航天基础设施需求，包括航空和航天交通所需的空域、航线及航站设施。其中一项优先工作是，开发创新的设施设计，确保旅客和商业运输安全，同时向旅客提供世界级的航行体验。为了让航空航天具有奇妙感，必须重新让广大民众有奇妙的航行体验。该委员会应该考虑对政府现有的航空航天基础设施做出租赁或共享安排，这些设施包括在佛罗里达州和加利福尼亚州的航天发射设施。应该优先考虑可在航空航天领域进行商业性探索和实验活动的各种安排。还应该考虑把私人开发的航空航天港纳入国家航空航天基础设施。

排列国家科学活动的轻重缓急

国家航空航天协调委员会将负责全面提升美国的 STEM 教育水平。该委员会将与美国顶尖的工程院校和业界携手合作，协调私营企业和公众部门联合资助的奖学金计划，鼓励 150 万名中学生走上攻读 STEM 学位之路。[37] 接受奖学金的学生将在确定的学位领域学习，毕业后进入资助其就学的政府机构和 / 或私营公司工作，借以偿还奖学金。这个计划可以缓解 STEM 人才不足问题。[38] 这种合作方式将使得政府和业界能够按照所需的技能、多样化和技术范畴有针对性地招聘人才，从而推动航空航天领域优化发展。[39] 这个计划产生的经济效益将远远超过其投资成本。至今，STEM 投资所催生的先进产业将为美国国内生产总值贡献 2.7 万亿美元，约占今年国内生产总值的 17%。[40]

规划航天发展项目的主次和设定宏伟目标

国家航空航天协调委员会将遵照国家航空航天局 2015 年关于开拓太空的国家峰会一致通过的建议而采取相应行动。大约 100 名与会者的联合声明指出：“美国载人太空飞行和探索计划的远期目标是在近地轨道之外建立永久性人类基地，从而促成人类在太空定居和太空经济蓬勃发展。实现这个目标的最佳方式是通过政府部门和私营企业之间的伙伴合作关系以及国际协作。”[41] 尽管这个目标不可能在今后 20 年内完全实现，国家航空航天协调委员会将引领公私伙伴合作关系开始解决太空领域的一些关键挑战。美国需要成为第一个在太空建立推进剂库的国家，第一个实施太空燃料加注的国家，第一个采集月球和小行星矿物的国家，以及第一个在太空建造永久定居点的国家。

投资于有发展前景的技术

最后，国家航空航天协调委员会将充分利用政府体制内最优秀的科学和战略人才，探索如何以新的协力方式使用新兴技术推动新的战略，凭借相互交织的陆地、海洋、天空、太空和网空维度实施国土防卫及全球力量投送。对动力、推进和传感器的投资历来可获得良好的效益。空天飞行器自主化、蜂群作战、定向能武器、独立精确导航和报时等新技术正在飞跃发展，有可能获得突破。具体而言，该委员会将采用组合开发方法，探索如何把众多小型系统同大型系统联网形成无缝集成力量，以使武装部队能够以过去从未想象到的方式实施作战行动。真正的“第三波抵消”将不仅仅是通过飞机或新型计算机。它将取决于人才，并且要求美国对所有的竞争对手保持航空航天技术优势。而我们能否保持这个优势并无定数，它要求美国再次整合工程

师、学术界、商业领袖和政府部门的力量，才能保持航空航天强国地位。

结语

航空航天带来的巨大效益并非唾手可得，而是民间和军方思想家们精心筹划的结果，在美国领导世界、形塑国际秩序和国内工业政策的时代，他们前瞻到航空航天的深远价值。在今后二十多年里，美国将打开发展中国家 30 亿民众通向市场的大门。它将制订一个低层空域基础设施协调方法，以便确保无人机或其他自主化设备能够安全和有效地在任何地点之间运送物资。它将重建国内航空航天基础设施，使其领先于世界，而不是步人后尘。它将根据自我调整通用发动机技术计划和环保型航空研究项目的要求，创建新型发动机设计，以改善燃料效率——有可能使美国成为世界上首选发动机供应商——同时降低旅客和物资的运输成本。[42] 它将创建空气动力性能更好和效率更高的新型翼身融合飞机，使得航空公司和物流公司能够凭借其他国家无法比拟的设计技术提升运营效率。[43] 它将振兴轻型飞机制造业，成为小型飞机主要供应商，让这些飞机用于亚洲和非洲发展中国家新开辟的航线。[44] 它将努力重振民众对太空飞行的兴趣，不仅要拓展太空探索，而且要扩大利用太空中的资源。它将帮助商业公司启动开发项目，探索月球上和地球轨道内的巨大矿物及动力资源，从中获利，同时将研发能够缓解小行星撞击地球风险的各类系统。[45] 美国将致力于上述所有行动计划，并且确保国家财政安全和恪守我们对美国民众及盟友的承诺。

世界再次处于美国的领导地位具有举足轻重影响的时刻，也再次处于航空航天器能够改善世界而且国家的大战略就是航空航天战略的时刻。成功之道并未变：首先，建立一个塑造航空航天领域的愿景；然后，大量投资于航空航天交通事业。美国作为空天强国的未来，取决于我们能否妥善把握这个时刻。只要我们的顶尖人才、我们最具创意的产业和我们最关键的政府机构携手合作，我们就能成为最强大的航空航天国家。未来的经济繁荣和国家安全取决于我们现在所做的选择。上文所述的行动步骤形成振兴美国的起飞航向，它将引导我们飞得更高和更远，让我们和子孙后代继续享受自由繁荣的护佑。★

注释:

1. 仅在 1940 年代，美国经济就增长了 50%，经济规模从 1940 年的 2,000 亿美元增长到 1950 年的大约 3,000 亿美元。但是,美国作为世界上唯一的核大国的主宰地位却好景不长。Christopher Conte and Albert R. Karr, An Outline of the U.S. Economy [美国经济概论], (Washington, DC: US Department of State, 2001), http://usa.usembassy.de/etexts/oecon/chap3.htm.

2. Alexander J. Field, The Great Leap Forward: 1930s Depression and U.S. Economic Growth [大跃进：1930 年代的经济萧条和美国经济增长], (New Haven, CT: Yale University Press, 2011), 1-9. Field 认为，交通运输（包括陆上和空中运输）转型导致 1928 年至 1950 年成为美国历史上总要素生产率增长最快的时期。他认为交通运输网（包括航空）促成了这种高速发展 — 他称其为“本世纪技术对生产力促进最多的十年”。确切地说，Field 指出，美国在 1930 年代实行去军事化和忽视对航空技术的投资，对经济发展造成不利影响，直到 1941 年，军事研发才重新成为经济发展和人类生产率增长的一个重要部分。

3. 同注 1，第 3 章。

4. Zachary Keck,“A Tale of Two Offset Strategies: The Pentagon's New Offset Strategy Is Modeled on Two Very Different Historical Examples”[两次抵消战略的故事：五角大楼的新抵消战略是模仿历史上两个截然不同的样本], The Diplomat (Japan), 18 November 2004, http://thediplomat.com/2014/11/a-tale-of-two-offset-strategies/.

5. 同上。

6. US Department of Commerce, “The Aerospace Industry in the United States”[美国的航空航天工业], SelectUSA (web site), no date, http://selectusa.commerce.gov/industry-snapshots/aerospace-industry-united-states. 根据德勤会计师事务所（Deloitte）最近所做的航空航天工业就业研究，就业人数有所增加；另请参看 Deloitte (firm), The Aerospace and Defense Industry in the U.S.: A Financial and Economic Impact Study [美国的航空航天和国防工业：财政与经济影响研究], (New York: Deloitte, March 2012), 1-3, 16-19, 22, https://www.aia-aerospace.org/assets/deloitte_study_2012.pdf.

7. 美国人口调查局外贸处通过其出版物和美国贸易在线门户网站报告贸易统计数据。此处所述代表德勤会计师事务所对这些数据的分析。同上，第 21 页，第 78 页。

8. Mark Muro, Jonathan Rothwell, Scott Andes, Kenan Fikri, and Siddharth Kulkarni, America's Advanced Industries: What They Are, Where They Are, and Why They Matter [美国的先进产业：是哪些，在哪里，为何重要], (Washington, DC: Brookings Institute, February 2015), 14, http://www.brookings.edu/~/media/Research/Files/Reports/2015/02/03-advanced-industries/final/AdvancedIndustry_FinalFeb2lores.pdf?la=en.

9. 若干研究项目检视了国家对航空航天的投资给经济发展带来的回报。1971 年，Roberts 及其同事们发现国家航空航天局（NASA）研究项目的投资在 1960 年代和 1970 年达到每花费一美元获得 7.24 美元回报。请参看 Robert E. Roberts, Howard M. Gadberry, Robert E. Fleisher, Lawrence L. Rosine, E. Duane Dieckman, and Linda L. Crosswhite, Economic Impact of Stimulated Technological Activity [激励技术活动的经济影响], (Kansas City, MO: Midwest Research Institute, November 1971), http://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/19730012250.pdf. 这些数据并未包括计算技术或信息技术领域的发展，其中一部分发展来自以前 NASA、国防部先进研究项目局（ARPA）和军方投资的衍生效益。最近的研究项目发现投资回报率在 5:1 左右。请参看 Henry R. Hertzfeld, “Measuring the Economic Returns from Successful NASA Life Science Technology Transfers”[衡量 NASA 生命科学技术成功转移所产生的经济回报], Journal of Technology Transfer 27, no. 4 (December 2002): 311-20. 关于最近的 NASA 技术对商业影响的更新清单，请参看 National Air and Space Administration, Spinoff [衍生效益], 2015, 11, https://spinoff.nasa.gov/flyers.html.

10. John Jones, “Water Treatment Technologies Inspire Healthy Beverages”[水处理技术给健康饮料行业的启示], Spinoff, 2012, http://spinoff.nasa.gov/Spinoff2012/hm_1.html.

11. Randall Garber, James Hanna, and Arash Ateshkadi, California Aerospace Industry Economic Impact Study Final Report [加利福尼亚州航空航天工业经济影响研究的最终报告], (El Segundo, CA: ATKearney, March 2014), https://www.atkearney.com/documents/10192/4393887/California+Aerospace+Industry+-+An+Economic+Impact+Study.pdf/24234fc6-e19d-4367-8eec-743a92544d33; 另参看“Footwear & Apparel: From Outer Space to Your Inner Space”[鞋袜和衣服：从外太空到人体内部], Aspen Aerogels (web site), 2015, http://host.web-print-design.com/aerogel/footwear.htm.

12. 许多历史学家认为苏伊士运河危机是大英帝国分崩离析的拐点。请参看 Corelli Burnett, The Collapse of the British Empire [大英帝国的崩溃], (London: Morrow, 1972). Henry Luce 率先使用 American Century（美利坚世纪）一词。请参看他的文章“The American Century,” Life Magazine 10, no. 7 (17 February 1941): 61-65.

13. Robert Crandall, former CEO of American Airlines, “Charge More, Merge Less, Fly Better”[提高收费，减少合并，改善飞行], New York Times, 21 April 2008, http://www.nytimes.com/2008/04/21/opinion/21crandall.html.

14. Skytrax World Airline Awards（Skytrax 世界航空公司奖）依据对世界各地 1900 万旅客的调查结果评选。航空业视这个年度奖项为“航空公司旅客满意度基准”。请参看“Top 100 Airlines”[顶尖 100 家航空公司], World Airline Awards (web site), 2015, http://www.worldairlineawards.com/Awards/world_airline_rating.html. 入选的美国航空公司有：维京大西洋（Virgin Atlantic），世界排名第 47；达美（Delta），世界排名第 50；以及联航（United），世界排名第 53。

15. “The World's Top 100 Airports in 2015”[2015 年世界顶尖 100 个机场], World Airport Awards (web site), 2015, http://www.worldairportawards.com/Awards/world_airport_rating.html.

16. James Fallows, China Airborne: The Test of China's Future [中国飞机升空：对中国未来的考验], (New York: Pantheon, 2012); 另请参看 Fallows 接受“Diane Rehm Show”[黛安·雷姆秀] 的采访], James Fallows, interview by Diane Rehm, Diane Rehm Show, 10 May 2012, http://thedianerehmshow.org/audio/#/shows/2012-05-10/james-fallows-china-airborne/106432/@00:00.

17. “(PEK) Beijing Capital International Airport Overview”[北京首都国际机场概览], FlightStats (web site), 2015, http://www.flightstats.com/go/Airport/airportDetails.do?airportCode=PEK.

18. David Barboza, “Airports in China Hew to an Unswerving Flight Path”[中国机场严格遵循飞航标准], New York Times, 3 April 2013, http://www.nytimes.com/2013/04/04/business/global/shanghais-new-air-terminal-sets-the-pace-for-speed-and-ambition.html.

19. “Aerotropolitan Ambitions”[航空城的宏图], Economist, 14 March 2015, http://www.economist.com/news/china/21646245-chinas-frenzied-building-airports-includes-work-city-sized-projects-aerotropolitan-ambitions.

20. Scott Thompson, Chuck Marx, James B. Grow, Robert W. McCutcheon, et al., Aviation's Second Golden Age: Can the US Aircraft Industry Maintain Leadership? [航空的第二个黄金时代：美国飞机工业能够保持领导地位吗 ?] (London: PricewaterhouseCoopers, December 2013), http://www.pwc.com/en_US/us/industrial-products/publications/assets/pwc-commercial-aircraft-industry-future-report.pdf.

21. 数据来自卫星工业协会 2013 年、2010 年和 2008 年 10 月的统计数据 , http://www.sia.org; 以及 Garber, Hanna, and Ateshkadi, California Aerospace Industry Economic Impact Study Final Report [加利福尼亚航空航天工业经济影响研究的最终报告]; 另请参看 Tauri Group, State of the Satellite Industry Report [卫星工业状况报告], (Washington, DC: Satellite Industry Association, September 2014), 24, http://www.sia.org/wp-content/uploads/2014/09/SSIR-September-2014-Update.pdf. 读者应该注意，2014 年卫星订单数目下降的部分原因是，乌克兰冲突导致俄罗斯的发射能力成为不确定因素。请参看 Tauri Group, State of the Satellite Industry Report [卫星工业状况报告], (Washington, DC: Satellite Industry Association, May 2015), 25, http://www.sia.org/wp-content/uploads/2015/06/Mktg15-SSIR-2015-FINAL-Compressed.pdf.

22. “Total Employment”[就业总数], Aerospace Industrial Association (web site), 2015, http://www.aia-aerospace.org/assets/Stat_Series_12_Employment_-_2014.pdf.

23. Thomson Reuters (firm), “Airbus and Boeing—Graphic of the Day”[空客和波音 — 现状比较], The Knowledge Effect (blog), 9 January 2012, http://blog.thomsonreuters.com/index.php/airbus-and-boeing-graphic-of-the-day/.

24. Ansuya Harjani, “You May Fly on a Made-in-China Aircraft Sooner Than You Think”[您乘坐中国造飞机的时间可能比您想到的要早], CNBC News, 12 February 2014, http://www.cnbc.com/2014/02/12/you-may-fly-on-a-made-in-china-aircraft-sooner-than-you-think.html.

25. 同注 8，“美国的先进产业”，第 6-9 页。

26. “About PLTW”[关于 PLTW 课程], Project Lead The Way (web site), 2014, https://www.pltw.org/about-us.

27. 这个词是 Air Force 2025 Study [空军 2025 年研究报告] 新造的。请参看 Joseph A. Engelbrecht Jr., Robert L. Bivins, Patrick M. Condray, Merrily D. Fecteau, John P. Geis II, and Kevin C. Smith, “Alternate Futures for 2025: Security Planning to Avoid Surprise”[为 2025 年预设情景：制定安全计划避免措手不及], (research paper, Maxwell AFB, AL: Air University Press, April 1996), 79-89, http://www.au.af.mil/au/awc/csat/2025/a_f.pdf. 该研究报告中与经济竞争相关的论述见于第 29-30, 34, 45-47, 49-52, 59-61 和 163-97 页。

28. NASA, “Spinoff”[衍生效益], (PowerPoint presentation, NASA, 2015), slide 53, http://spinoff.nasa.gov/Spinoff2015/PowerPoint/Spinoff2015.pptx.

29. 同注 6，“美国的航空航天和国防工业”，第 19 页。

30. 最近几年，有若干关于 NASA 和航空航天工业投资回报的研究报告面世。对于投资回报的估算在很大程度上取决于分析过程中的统计假设。关于统计假设影响回报率精确估算的敏感程度，请参看 Henry R. Herzfeld, Measuring the Returns to NASA Life Science Research and Development [衡量 NASA 生命科学研发的回报], (Washington, DC: Space Policy Institute, George Washington University, 30 September 1998); 另参看 Ken Chamberlain, “Measuring the NASA Stimulus”[衡量 NASA 的激励措施], National Journal, 27 August 2010, http://www.nationaljournal.com/njonline/no_20100827_1798.php. 回报率估算的一般范围是 7:1 至 14:1。请参看 Lauren Lyons, “5 Popular Misconceptions about NASA”[对 NASA 的 5 个常见误解], Huffington Post, 9 September 2013, http://www.huffingtonpost.com/lauren-lyons/misconceptions-nasa_b_3561205.html.

31. Delbert R. Terrell, The Air Force Role in Developing Outer Space Law [空军在外太空法律制订中的作用], (Maxwell AFB, AL: Air University Press, May 1999), http://www.au.af.mil/au/awc/awcgate/space/terrill.pdf.

32. Harry S. Truman, “Executive Order 9781 - Establishing the Air Coordinating Committee, September 19, 1946”[第 9781 号行政命令 - 建立空中协调委员会，1946 年 9 月 19 日], American Presidency Project (web site), no date, http://www.presidency.ucsb.edu/ws/?pid=77956.

33. 关于此类物流架构的一个实例，请参看“Amazon Prime Air”[亚马逊无人机快递服务], Amazon.com, 2015, http://www.amazon.com/b?node=8037720011.

34. Vanessa Chan, Marc de Jong, and Vidyadhar Ranade, “Finding the Sweet Spot for Allocating Innovation Resources”[找到创新资源分配的最有效点], McKinsey Quarterly, May 2014, http://www.mckinsey.com/insights/innovation/finding_the_sweet_spot_for_allocating_innovation_resources.

35. John F. Kennedy, “Text of President John Kennedy's Rice Stadium Moon Speech”[肯尼迪总统在莱斯体育场的登月演讲文本], NASA.gov, 12 September 1962, http://er.jsc.nasa.gov/seh/ricetalk.htm.

36. “我要美国人赢得能创造新就业机会的探索竞赛 — 这些探索包括把阳光转换成液体燃料；创造具有革命性意义的假肢，让为保卫美国而失去双臂的退伍军人能够同他的孩子一起玩球；深入太阳系，不仅是访问，而是去定居。” Pres. Barack Obama, “State of the Union Address - January 20, 2015”[2015 年国情咨文], https://www.whitehouse.gov/the-press-office/2015/01/20/remarks-president-state-union-address-january-20-2015.

37. 这些措施中，有几个是总统在 2014 财政年度预算报告中提议的。请参看“Fact Sheet: A Better Bargain for the Middle Class: Jobs”[情况简报：对中产阶级有利的计划：就业机会], The White House, 30 July 2013, http://www.whitehouse.gov/the-press-office/2013/07/30/fact-sheet-better-bargain-middle-class-jobs; 另参看 Advanced Manufacturing National Program Office, “NNMI [National Network for Manufacturing Innovation] Snapshot”[NNMI [国家制造业创新网] 概要介绍], Advanced Manufacturing Portal, 2015, http://manufacturing.gov/nnmi.html.

38. 同上。以前所做的研究表明，此类计划的结果可能是建立一些创新枢纽，由工业界选择若干院校按其要求设置专业，然后资助这些院校的奖学金计划，以期培养他们所需的未来人才。

39. 同注 8，“美国的先进产业”，第 1-3 页。这些研究人员所列的先进科技产业包括人均研究和开发资金超过 450 美元的所有产业，其中最主要的是航空航天产品和零部件产业。

40. 同注 8，第 3-5 页。此外，先进科技产业员工对经济增值的人均贡献值超过 210,000 美元 — 多于任何其他经济部门。

41. “Statement of the Participants of the 2015 Pioneering Space National Summit”[2015 年关于开拓太空的国家峰会与会者声明], NASA.gov, 26 February 2015, http://www.nasa.gov/content/pioneering-space-national-summit-2015/.

42. Stephen Trimble, “Full ADVENT Engine Tests meet Fuel, Heat Goals: GE”[自我调整通用发动机技术发动机全面测试达到燃料和热量目标：通用电气公司], Flight-global (web site), 21 January 2015, http://www.flightglobal.com/news/articles/full-advent-engine-tests-meet-fuel-heat-goals-ge-408182/. GE 最近的测试显示发动机效率提高大约 35%。同样地，NASA 的环保型航空项目期待获得创新的推进概念，不仅可减少发动机污染，而且在平台和推进两方面都可以提高飞机效率。请参看“Environmentally Responsible Aviation Project”[环保型航空项目], NASA.gov, 7 August 2015, http://www.aeronautics.nasa.gov/iasp/era/index.htm.

43. NASA、空军研究实验室和波音 Phantom（幻影）飞机工厂正在测试称为波音 X-48C 的翼身融合示范机。Michael Braukus, Gray Creech, and Tom Koehler, “Release 12-259: Transformed X-48C Flies Successfully”[第 12-259 号新闻发布稿：转型 X-48C 试飞成功], NASA.gov, 7 August 2012, http://www.nasa.gov/home/hqnews/2012/aug/HQ_12-259_Transformed_X-48C_Flies.html#.VQikCf50zxg. NASA 正在持续努力，以期开发一种可显著提升燃料效率的新型飞机设计，而且很可能在近期内取得成功。

44. 有若干公司制造的飞机尺寸大小非常适合这些小型新兴市场，这些公司包括 Cessna、Piper 和 Gulfstream。在通用飞机领域，Air Tractor 等公司可以成为向这些地区提供通用飞机和农用飞机的重要供应商。

45. Olga P. Popova, Peter Jenniskens, Vacheslav Emel'yanenko, Anna Kartashova, et al., “Chalyabinsk Airburst Damage Assessment, Meteorite Recovery, and Characterization”[车里雅宾斯克流星空中爆炸损毁评估、陨石回收和特性鉴定], Science, 342, no. 6162 (29 November 2013): 1069-73, http://www.sciencemag.org/content/342/6162/1069.

约翰·盖斯博士，美国空军退役上校（Dr. John P. Geis II, Col, USAF, Retired），现任阿拉巴马州马克斯韦尔空军基地美国空军研究所研究部主任，2011 年以上校军衔自空军退役。他的空军军旅生涯涵盖训练和作战行动，包括飞行 T-37、AT-38B、T-43、两种型号的 F-111 和 AC-130H 特种作战炮舰机。盖斯上校以优秀成绩毕业于空军指挥参谋学院并获院长奖。他参与撰写空军 2025 未来展望待选专著。他曾参与空军特种部队预算和规划，并指导该部队全员现代化努力两年之久。在空军战争学院进修期间，因撰写有关定向能武器的论文而获杜黑 - 米切尔国际空中力量奖。 盖斯博士担任美国空军战略与技术中心主任先后达八年之久，在此期间同他的团队开创了现称为“蓝色地平线”的研究计划，旨在探索新兴技术的战略影响。盖斯博士持有威斯康星大学气象学学士和政治学硕士学位，奥本大学政治学硕士学位，空军大学战略研究硕士学位，和威斯康星大学政治学博士学位。

彼得·葛礼胜，美国空军中校（Lt Col Peter Garretson, USAF），美国空军军官学院毕业，Embry-Riddle 航空大学航空人类因素理科硕士，现任空军指挥参谋学院联合作战讲师。他曾担任空军参谋长的太空、技术、能源及美国大战略方面的战略与政策顾问两年，并担任非正规战争战略与政策处处长两年。他曾作为美国第一位现役军官取得美国外交关系委员会国际事务奖学金，赴印度著名战略智库防务研究和分析研究所（IDSA）担任访问研究员 16 个月，其间研究推进美印两国太空合作的创新途径。此前他曾担任空军战略规划部空军未来技术主任及空军转型副主任四年，负责展望未来 30-50 年间将影响冲突和国家治理的关键趋势与技术。中校曾作为军种首脑任命的国防部先进研究项目局实习生赴美国顶尖技术创新院校进修，并在洛斯阿拉莫斯国家实验室担任军队院校副研究员。他是资深飞行员及国家太空协会的太空开拓者奖得主。葛礼胜中校发表了多篇关于空天力量战略的专著和文章并获奖。

立方体卫星为加强空军太空态势感知展示新前景

A Shot in the Dark - Shedding Light on Exoatmospheric Situational Awareness with Alternate Sensor Utilization

杰明·L·巴恩斯博士，项目管理专家（Dr. Jeremy L. Barnes, PMP）
阿什利·N·埃利奇（Ashley N. Elledge）
斯科特·G·巴顿，美国空军退役上校（Col Scott G. Patton, USAF, Retired）

这不是火箭科学——却比它更难。导弹防御系统不是简单地用一颗弹头拦截另一颗弹头，（导弹）小型再入大气层飞行器的相对速度要比弹头快一个数量级；而且，这种拦截常常好像是对着一团黑暗发射。尽管难度如此之大，击中再入飞行器不仅可能，而且已通过严格测试，成为可预期的结果。当然还存在有待改进的方方面面，其中之一就是如何获得快速、准确的态势感知，及时发现来袭的再入飞行器，并迅速予以摧毁。对此，“立方体卫星”（CubeSat），亦即配备先进传感器的小型模块化卫星，可能提供新思路和解决途径。

导弹防御介绍

美国弹道导弹防御（BMD）系统，集陆海空天全域资产为一体，以捍卫美国，保护部署战场的美军、盟国和友军为目的，提供昼夜全时防御作战能力，阻挡敌方所有射程和所有飞行阶段（发射 - 上升 - 中段 - 末段）导弹的攻击。美国导弹防御局的发展战略是，建立基于能力的采购方式，选择地点部署初始单元，在此基础上随着新技术的成熟，逐步扩建和完善。虽然目前已投入部署的系统为美国应对明确的弹道导弹威胁提供了有效的防御，该武器系统仍将持续开发和测试，以应对不断变化的威胁。此外，正如我们需要改善太空态势感知的需求早已被充分证明一样，我们需要继续提升对再入飞行器的侦测辨识能力以强化导弹防御。[1] 在这两项使命领域，我们有可能找出一些解决方案，以更好地保护我们重要的太空资产和我们的国家。

CubeSat = 立方体卫星
BMD = 弹道导弹防御系统
COTS = 商业现货
ISR = 情报监视侦察（情监侦）

有待改进领域

即便国防部拥有无数可用的传感器，如何获得全面有效的作战空间态势感知，仍然是一个有待系统改进的领域。为支持导弹防御作战将士，美国已经投入了大量科研努力并应继续努力，其中包括如何更好地提取目标特征印记，以及如何将多元分布立方体卫星技术投入国防应用。研究的目的，是以立方体卫星为平台配备特定有效载荷，用以侦测和提取目标印记，从而确定这种低成本传感技术的可行性。从应用前景来看，超光谱成像技术和多元分布系统，以及通过多元分布立方体卫星网做数据采集，都具有适用性和实用性潜力。正如真实事件所证明的那样，及时发现来袭导弹，并判断其类型和目的，对于确定导弹的飞行轨道，向地面传感器提供警报和指向至关重要。当前的挑战，集中在提取目标印记方面，包括如何克服技术能力的限制、随机收集数据可用传感器数量不足，以及与支持越顶传感器相关的成本高昂。

部署立方体卫星网来增加急需的太空态势感知能力，可支持作战将士的其它需要，

包括对时敏性传感器情报融合的需要。立方体卫星，无论预置于轨道，还是由导弹防御拦截器搭载升空，都是潜在有效的解决方案。其他方案，如将有效载荷散宿到不同平台，重新构建指挥控制系统以及通信平台等，也都各有考虑的价值。如果军方各作战司令部和各军种、导弹防御局，以及其他联邦机构开展合作，联合进行系统开发与协调，将可能实现这些解决方案，从而改善太空态势感知、太空资产保护，以及导弹防御能力。

随着天基传感技术越来越多用于军事用途，成为现代化战争的必要组成部分，提取越顶目标印记的方法和运用，也将发展和成熟。立方体卫星技术的问世，进一步凸显出成本更低而越顶覆盖面更大的传感器的潜在优势和实用价值，显示这种解决方案能够用于军事，支持战场行动和国土防御。立方体卫星可能永远不会完全取代更大型的天基系统，但它们自有其实用价值，能增强这些更高端的系统，向它们提供关键的信息，一如其它无人值守传感器在过去的地面冲突中所发挥的作用那样。[2]

让我们以这样一项正在实施中的改进项目为例。弹道导弹防御即 BMD 系统的“越顶持续红外”监视构架处理来自多个越顶传感器的数据，以发现、跟踪和辨识弹道导弹威胁。这套系统的作战目的，是负责传感器信息融合，在此基础上成为整个 BMD 系统的不可分割的参与者和贡献者。在如何发现、识别、确定导弹种类等现象的探索过程中，如何提取出目标印记是一项重大的挑战。

立方体卫星载荷技术正在迅速演进，具备了支持提取这类目标印记的潜力。在这种低成本解决方案中，需考虑其有效载荷的诸多因素，如尺寸 / 重量 / 功率 / 成本（缩写 SWaP-C），还要克服其他种种限制，包括小卫星覆盖范围的管理，控制卫星分离的机制，多元分布和超光谱传感的可扩展性，以及小卫星网的必要规模。过去，立方体卫星获得的目标观测数据，通常被立刻中继到地面站进行处理，随后将任务分配给其它资产继续执行。现在，目标被初始发现（例如，由越顶持续红外监视系统首先发现）后，可以通知立方体卫星网，使其准备对目标进行跟踪并提取目标印记。这样做要求在决策处理和通信方面高度有效，而以现有的技术已经可以做到这一点。运用立方体卫星技术，可能产生一种低成本的机制，能随时随地根据需要部署传感器到特定越顶位置，并且可能增加捕获关键数据的概率，这对于支持军方的各种军事应用，都至关重要。

政府和业界正作出巨大努力探索立方体卫星技术的改进，包括评估各种有效载荷、平台和卫星网的规模。同时，旨在识别、评估和建立物理学模型的理论研究也正在进行之中。进一步，通过适当的模拟实验对理论模型加以验证，藉以建立对研究可行性的信心，并更好地定义和衡量所选择的载荷的有效性。最后，建造实体样机来展示对概念的验证，事实上，有些可操作的系统已经投入使用。

因为对立方体卫星的研究将使很多用户受益，我们需要齐心协力、共同利用该领域的各种研究人员和运营者，以展现这一新兴增长领域的各种不同的价值。通过使用立方体卫星或其它散宿载荷技术，进行目标印记发现和提取，将为各参与方带来直接的利益，包括导弹防御局、军方，以及国家的其它机构。这种天基传感技术带来的利益主要体现在两个方面，一是以低成本实现对指定现象的观测和目标印记提取，二是提供附加能力

使得 BMD 越顶持续红外监视系统能向地基传感器提供高质量的精确警报；经过某些改进后，还可对导弹防御局目前正在进行的拦截后评估改进研究提供帮助。亦即，以立方体卫星组网，将它们部署在正确的位置，在正确的时间提供正确的覆盖，通过创新的方法和小型化的专用载荷传感技术，就可能实现所有这些效果。

立方体卫星一方面需要整合并依赖更大型太空平台提供的警报信息，反过来也可对这些强大系统提供能力补充。五角大楼计划在未来五年中为各种新计划拨款数十亿美元，其中包括将监视侦察传感器置入轨道，用以扩大指挥官对太空活动的态势感知。太空态势感知的重要性在不断增长，能够大大增强导弹防御局的最高优先使命，这就是阻截弹道导弹攻击，防卫国土，保护部署在世界各地的我军将士。

变革势在必行

随着技术的迅速发展，传统的大型陈旧军事系统设计，以及相关的系统工程方法也必须随之演进。及时研发有效的、耐用的、负担得起的系统，以满足系统既定任务的要求，需要克服各种挑战和困难。[3] 这种环境常常推动我们渐进变革，要求我们在军事应用构架中更多地采用通用的形式、匹配、功能和商业现货即 COTS 组件。2015 年 1 月 7 日颁布的国防部 5000.02 指令《国防采购系统运作》是一部支持导弹防御和太空系统渐进发展的文件，其中就体现了这种设计理念。只要可行，要尽量采用通用小型插拔式 COTS 产品，不仅降低设计成本，更提供一条加快将新技术嵌入军事应用的途径。

美国的太空界欣然接受了相同的概念。国家地理空间情报局就表示，该机构未来的成功与否，将取决于如何接纳变革，尤其是那些由技术进步所带动的、支持全球监视覆盖的变革——而这正是该机构的既定使命领域。[4] 2013 年 4 月 24 日，时任空军太空司令部司令威廉·谢尔顿上将，对国会参议院武装部队委员会作了如下表述：

> 我们的卫星为美国提供了战略优势；因此，我们必须思考我们卫星网的弱点和韧存性。[我们]正在研究载荷散宿组合概念，正在评估在导弹预警和受保护的通信使命领域将战术能力和战略能力分离管理的选项。我们还在评估如何规划和使用散宿载荷和商业服务，以及向现有结构引入关键技术改进的方法。除了寻找提高效率和节约成本的必要性之外，我们很可能会发现，载荷散宿组合或卫星分散组网的做法，就对抗环境威胁和敌对威胁而言，将生成更强大的生存性、坚固性和韧性。[5]

以上论述支持渐进开发周期、COTS 产品应用、快速技术嵌入，以及天基卫星分散组网。现在有必要进一步检视如何通过超光谱传感和小卫星多元分布来提取目标印记，并重点关注这些传感技术的小型化，最终研发出的系统可能分散寄宿在天基小型平台上，提升 BMD 系统的持久覆盖能力。

当前技术方向

传感技术和天基平台

目标印记的测量、情报和提取，对于军事应用和保持我们相对于对手的竞争优势，至关重要。获得关于目标的情报数据，就能发现、跟踪和识别固定或动态目标源的明确特征。这些数据包括辨识材料、声音、核武

器和生化武器的情报。传统上，我们的 BMD 系统主要通过雷达技术与特定的大型天基传感器平台结合使用，获取这些数据。BMD 系统搜集这些数据的目的，是为了监视、目标侦测、跟踪、类别判定、区分，以及拦截后评估。其所收集的信息满足各种具体的需要，为许多军事应用所必需。

为协助天基数据采集和优先管理，导弹防御局及其太空知识中心与太空界一道，就如何实施预定的 BMD 系统侦测和警报任务，定义出一个基础设施架构，并取得很大进展。这种方式为导弹防御局提供了一个结构，藉此编制和规划与数据收集相关的需求。

立方体卫星正在成为一个能够充分利用最新技术和微 / 纳 / 皮级小卫星创新工艺的研究和开发平台。[6] 随着天基传感技术用于军事用途，并且成为现代战争的一个组成部分，对越顶目标印记的提取方法将不断发展和完善。当前立方体卫星技术的演进，也带动低成本传感技术的应用，相信两者的结合更有助于增加越顶侦测的覆盖范围，更可实用于军事应用。[7] 未来很可能会有更多的小卫星专用于服务某些种特定的任务目标。[8]

超光谱传感

在过去十年里，用遥感数据研究和了解地球表面组成的需求大大增加，很多科研应用必须依赖这些数据，包括农业研究、沿海研究、海洋分析、地质学、气候学和国防工业。超光谱成像通过太空成像系统与光谱学的结合满足了遥感数据用户的需求。超光谱成像仪提供数字图像，其中每个像素由光谱印记组成。[9] 根据随后的图像，以及底层光谱成分，可以确定地球表面的类型（图 1）。[10]

超光谱成像可用于多种国防用途，其中之一就是目标侦测和辨识（即，确定一个图像中哪些像素可能包含已知的目标材料）。[11] 目前的研究继续利用现有的目标侦测、辨识

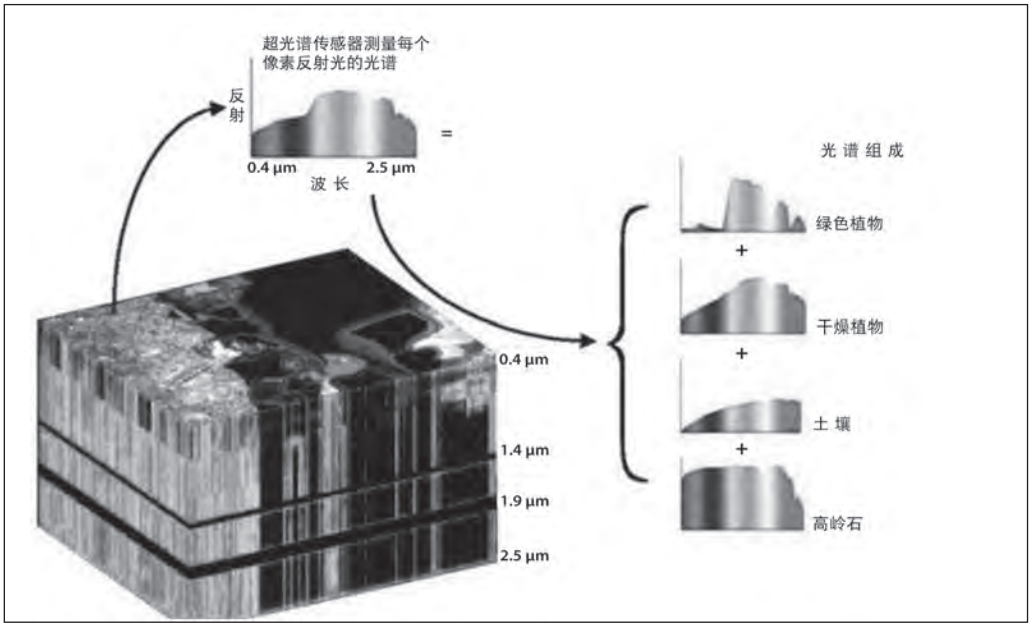


图 1：超光谱成像（源自美国海军 NEMO 项目办公室）

概念和算法，探索将研究成果纳入立方体卫星，从而为 BMD 系统服务的途径。

多元分布组网

多元分布组网是指包含多个发射器或接收器的传感器网络。这种运作是在一元传感（发射器和接收器在同一位置）和二元传感（发射器和接收器互相空间分离）概念的基础上进一步演变而成，可以解决传感器系统侦测和跟踪兴趣目标的能力局限。图 2 是一幅多基或多元雷达辨识目标的示意图。[12] 如图所示，多元传感器网络中的每个节点可以执行三种功能——发射器、接收器或发射器 / 接收器——中的一种，共同完成使命。如果构建一个全面系统，就可以最大化提升侦测具体目标的性能，或者执行大范围监测。[13]

随着美国本土和盟国所面临的威胁越来越难以发现、跟踪和识别，常规雷达可能无法提供抗衡对手系统的最佳手段。[14] BMD 系统中目前大多数雷达是一元雷达；因此，如能利用低成本立方体卫星接收器作为补充，可以增强整个杀伤链的性能。[15]

一元传感系统的一个关键优点，是利用干涉测量法获得和处理多目标测量数据，并且提供更好的方位识别。[16] 其主要缺点，则是应对特定反制手段的韧存能力差。从图 3 可看到，一个隐形目标以其独特设计和姿态，对一元节点（图左照射器）造成视角困难，但对其他接收器的视角有利，更易于它们捕获目标。[17]

多元传感方法可以大大加强和补充 BMD 系统目前资产的发现、跟踪（通过警报信息）和识别功能。立方体卫星界已经调研了传感器组网的各种应用，但到目前为止还没有任何机构受命牵头构建多元分布立方体卫星网络。[18] 一种可考虑的方法是，使用基于地面的照射器来减少雷达孔径有限的小卫星的负担，从而获得比现有系统能力更强的侦测范围或辨识能力。

立方体卫星技术

一个典型的 U- 型立方体卫星体积为 10 立方厘米，质重为 1 千克。立方体卫星作为宿主平台的主要任务是将小型有效载荷带入太空。普通立方体卫星的一般特点如下：

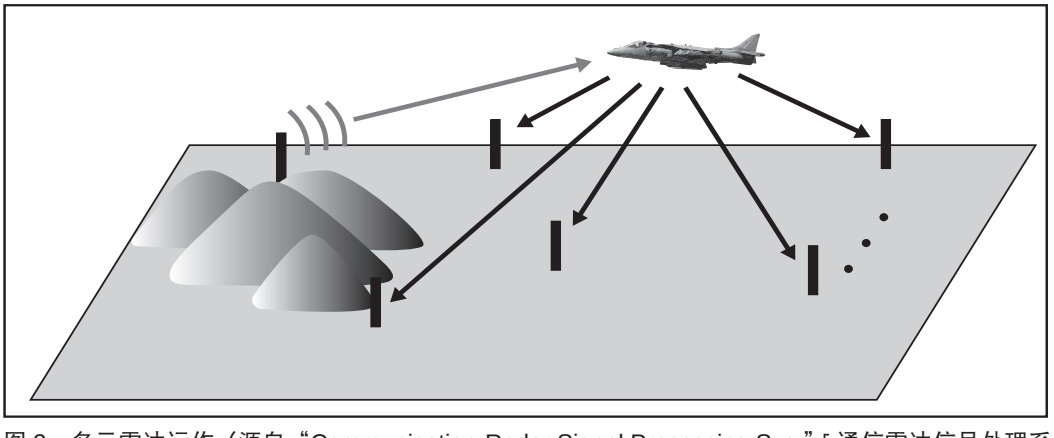


图 2：多元雷达运作（源自“Communication-Radar Signal Processing Sys.”[通信雷达信号处理系统], Microwave and Fiber Optics Laboratory, May 2014, http://mfol.ece.ntua.gr/communication-radar-signal-processing-systems/.）

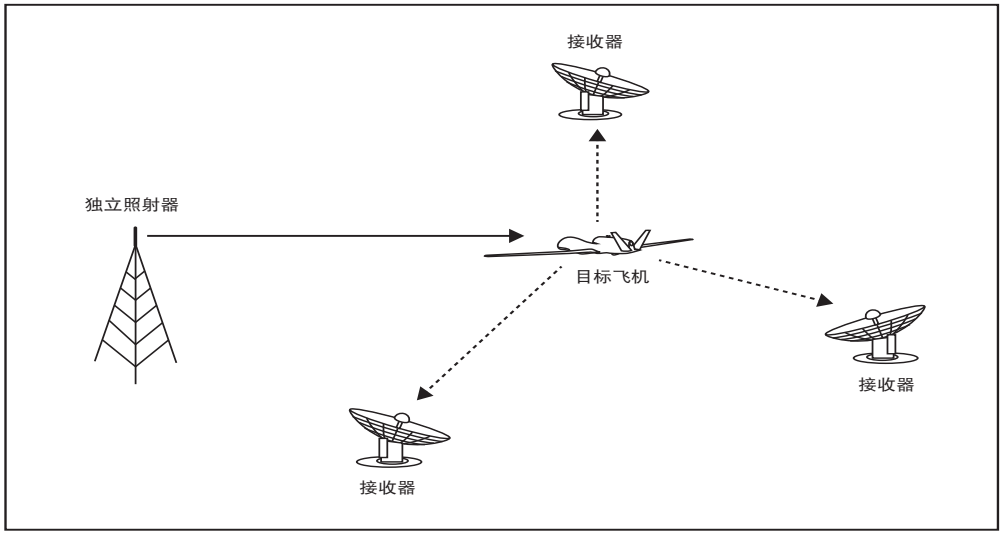


图 3：使用多元雷达网发现目标

- 质重不超过 1 千克。
- 质重中心必须在其几何中心 2 厘米内。
- 也可配置为双立方或三立方，允许质重分别是 2 千克和 3 千克。只能在 横轴即 Z 轴方向增加立方体。
- 另一种方法称为“蜂群”，即用多个立方体卫星组合运作，形成集群系统，从中获得更强功能。

图 4 为一个立方体卫星的等轴图，图右上角是艺术家想象中的立方体卫星在轨道上运行。[19]

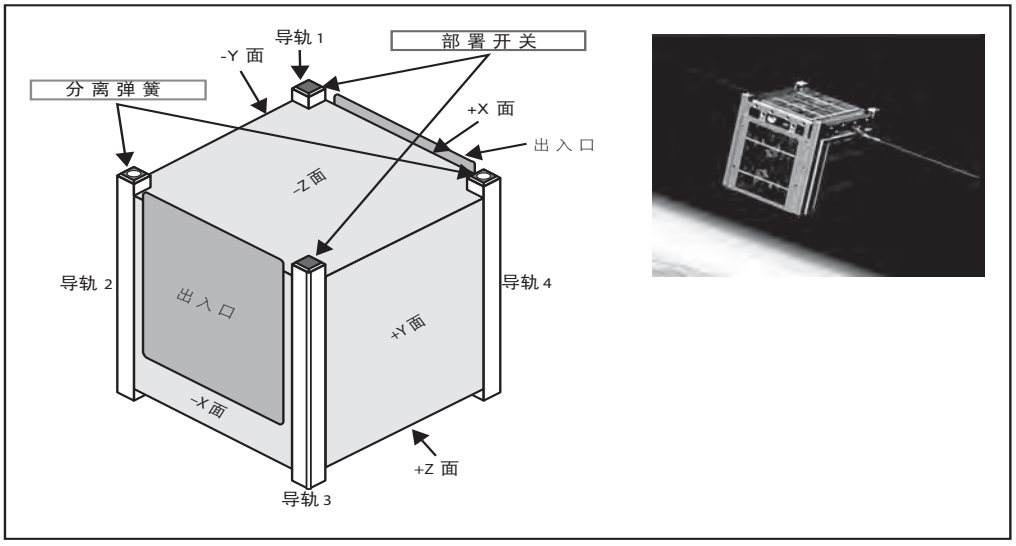


图 4：立方体卫星形象（源自 Riki Munakata, CubeSat Design Specification Rev 12 [立方体卫星设计规范第 12 修订版], [public domain] [San Luis Obispo, CA: California Polytechnic State University, 2009], 10.）

立方体卫星概念是 2000 年公开提出的，第一批立方体卫星在 2003 年发射。截至 2012 年底，共发射了 100 多颗这样的小卫星。如今，由美国防部赞助、业界建造的立方体卫星使命，占发射清单中的很大一部分。国防部的各机构对早期立方体卫星（例如，航空航天公司的 Aerocube 系列和波音的 CSTB-1）都有成功的经验。[20] 多年来立方体卫星作为一个分支类型的发展清楚地表明，使用这类小型卫星搭载军事应用的比例在持续增长。[21]（图 5）

光谱传感器小型化

多所大学和实验室正在从构型、匹配和功能，以及光谱传感器算法处理等方面，积极推进光谱传感器的小型化。超光谱传感器的小型化至少需要考虑三方面的因素：物理特点、软件算法，以及以立方体卫星作为寄宿平台的整体生存力。关于将此类型传感器置入标准化 3U（3 个标准单元，10 cm x 10 cm x 30 cm）立方体卫星内的研究已经开始，其中大部分主要部件是 COTS 产品。若要揭示兴趣场景（即传感器看到的内容）的关键光谱成分则须依靠压缩技术来处理，因为数据流的规模越来越大，而立方体卫星对尺寸 / 重量 / 功率都有限制。

传感器和算法开发与建模

从空间持续观察兴趣区域，最终生成超光谱数据立方图，其中包含巨大的数据量（每个场景十亿字节或更多），以数码存储并从轨道传输，是一项庞大的任务，即使对大型现代卫星而言也是重负。减少数据量需要相当大的努力，重点在于开发基于计算机算法的数字压缩技术，用于超光谱数据的存储和传输。[22]

匹配、构型和功能交换空间

多元传感器立方体卫星网的效用，将取决于若干因素，包括但不限于以下几方面的考虑：

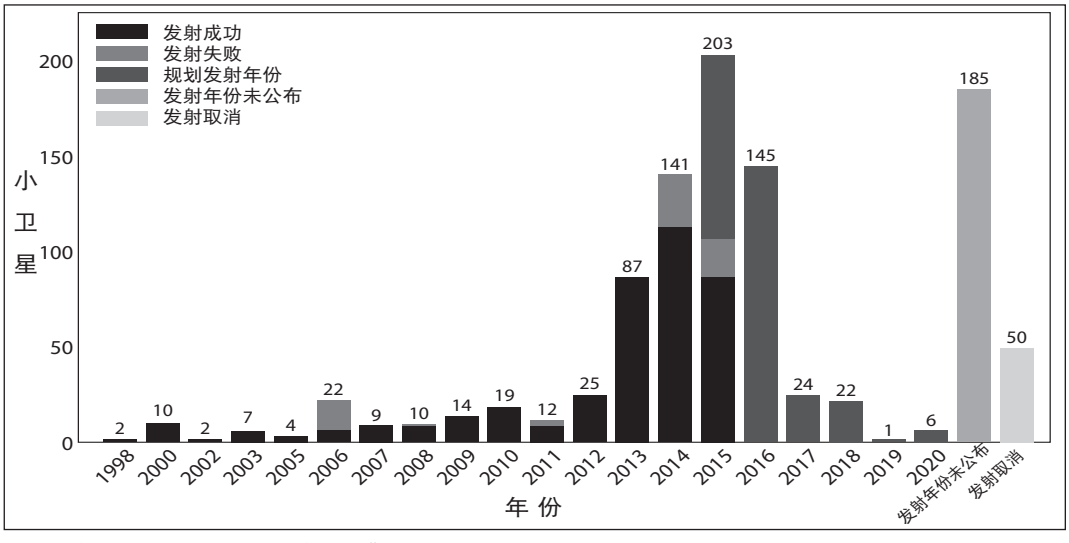


图 5：发射小卫星逐年数量（源自“Figures”[示意图], Nanosatellite Database by Erik, http://www.nanosats.eu/.）

- 多元传感器网中立方体卫星数量
- 立方体卫星的可用性和性能
- 任何特定时间内立方体卫星覆盖面和距预定目标的距离
- 获得立体或多元卫星融合覆盖率的能力
- 传感器和任务分配 / 报告链的机敏能力
- 立方体卫星链接预算和发射功率
- 内部通信技术
- 地面站（处理站）接收器的灵敏度
- 地面站是否能处理多方位立方体卫星传感器数据

多元传感器算法的开发

与任何从多个来源搜集与融合信息的系统一样，多元传感器算法的开发非常困难。处理过程需要专门针对特定的任务需要不断加以调整，也需根据威胁局势动态变化，迅速加以更新。

某种程度上，导弹防御局开展的天基杀伤评估实验，与本文中提出的想法类似。此项评估将把有效载荷寄宿到现有的商用卫星网中，以侦测来袭导弹和验证拦截效果。[23]

持久覆盖

立方体卫星以相对较低的成本，通过轨道力学原理，将传感器定位到指定位置，增加获得数据的概率，参与目标印记的提取，支持各种军事应用。立方体卫星平台也开始用于商业，行星实验室公司即为一例，该实验室最近发射了 28 颗立方体卫星组成的网络，进入低地球轨道，用途是从太空以高速间隔拍摄 5 米分辨率的地球彩色图像，随需提供。行星实验室是以 6,500 万美元的私募起步资金完成此项目，远远低于单颗“传统”卫星的成本。[24]

供应链评估

各行业创新技术公司积极开发小型化技术，有力保障了立方体卫星的能力增长。技术的进展已经使得小型系统有可能承担更大规模的太空研究实验。小型化部件的研究和制造势头正健，部件尺寸不断缩小而功能更强大，种种迹象表明，这种小型化的趋势在近期将来不会停步，这个新兴行业已经形成了压倒传统发射资源的影响与效果。[25] 小卫星的使用不断扩大，在很大程度上是因为上述技术不断进展、COTS 元器件更复杂精密，以及采用立方体规范进行卫星设计的思维转变。[26] 但小型卫星大多是二级载荷，其进入太空的时机，受限于为主要载荷服务的小、中、大型太空发射火箭，只能搭其便车升空。[27]

在发射资源受限的环境下，对卫星网的建模在于确定对兴趣区域的持续覆盖。此外，立方体卫星各有一定的生命周期，因此要求对供应链（采购、制造和分销）做好全面评估，以确定建造更多硬件及补充卫星的可行性、整体成本、时间进度，以及保持持续覆盖的可行性。

传感、处理和印记提取三者整合的战略协调

新兴威胁版图无疑是全球性的，由此带来必须应对的新挑战。我们的敌人，包括国家和非国家行为者，越来越复杂先进，处心积虑地削弱和拒止我们自由出入。我们必须寻求创新的解决方案，保持决策优势和机敏能力。此外，国家的财政约束要求政府机构对每一美元的去向、用途和使用作出明智的

决定，这一切，对“情监侦”（ISR）的成本和效益提出越来越重的要求。

ISR 环境所呈现的一个趋向，是商业创新提速，由此产生技术民主化。这样的趋势提供了一个独特的机会，使我们能利用自身控制范围以外的各种新信息资源，来引导自身控制范围内的 ISR 能力发展，从抗衡环境中获取更多信息，最终提升我们的全局层面的可负担性、效率和效能。移动目标和动态威胁构成的局势，要求我们捕捉实时情报，保持态势感知，保障决策需要。大卫·德普图拉空军中将在担任空军第一位负责 ISR 的副参谋长后表示：在当今，“情报即是作战行动。”[28] 单一来源情报的价值正在迅速降低。

我们有各种机会提升太空传感效率，例如，能否减少传感器和平台的尺寸 / 重量 / 功率 / 成本，以压低成本曲线，并通过分布式传感开辟新的应用？业界如何以经济、有效、高效率的方式利用更广泛 ISR 领域内的商业、非合作和非传统资源？何种性价比的传感器和情报来源，能够通过精密算法和处理最大程度地转化为情报价值？我们如何确定优化收集战略，用来进行推论并减少某特定活动的不确定性？在某种程度上，业界必须解决跨越作战准则、组织、训练、物资、领导和教育，以及人员、设施和政策等整个范围的更广泛的问题。对行动、系统结构、训练、测试、发射、过渡、作战员验收、操作与维护、指挥与控制、任务优先、数据路径、增补、升级、处置等诸方面的思考，都是太空系统工程中必须考虑的因素。

整个业界通过进一步的研究，将会了解哪些部分可行，以及哪些部分不切实际。可行和不可行的两种结果都至关重要，使我们能够避免将时间和精力花费在回报小的项目上。一旦确定了某个方面的可行性，就可投入更切实的研发努力。

研究的成功将证明，立方体卫星可以为这一关键领域增添独特的价值，支持导弹防御作战将士。运用搭载超光谱传感和 / 或多元有效载荷的立方体卫星技术，进行目标印记的侦测和提取，将使各参与方直接受益，包括导弹防御局、军方和其它机构。虽然不同组织可能有不同的要求，同类解决方案可以更有效地提供协调一致的支持，不仅仅服务天基识别，而且也服务太空态势感知和保护使命。

进一步的研究应继续探讨和证明，低成本、越顶部署技术和低能耗、轻型有效载荷的汇合，能增强其它系统的能力。同大多数新兴技术一样，未来的研发努力，将确定立方体卫星技术在加强及改善美国的越顶侦测体系结构和协助导弹防御局的最优先使命方面，在保卫国土和海外部队免受弹道导弹攻击方面，能发挥作用的真正范围和效用。★

注释:

1. Maj Stacie Shafra, “JFCC-Space Commander Highlights Need for Improved Space Situational Awareness”[联合部队空中统领太空司令官强调需要改进太空态势感知], US Strategic Command, 23 February 2011, http://www.stratcom.mil/news/2011/221/JFCC-Space_commander_highlights_need_for_improved_space_situational_awareness/.
2. Anthony J. Tambini, Wiring Vietnam: The Electronic Wall [连接越南：电子墙], (Lanham, MD: Scarecrow Press, 2007).
3. Department of Defense, Defense Acquisition Guidebook [国防采购指南], (Washington, DC: Department of Defense, 2013), https://dag.dau.mil.

4. National Geospatial-Intelligence Agency,“About NGA”[国家地理空间情报局简介], https://www.nga.mil/About/NGAStrategy/Pages/default.aspx.

5. Senate, General William L. Shelton, Statement to the Senate Armed Services Committee, [太空司令部司令谢尔顿将军在参议院军事委员会证词], 113th Cong., 1st sess., 24 April 2013.

6. P. Ehrenfreund, R. C. Quinn, and A. J. Ricco,“CubeSats as Innovative Science Platforms”[立方体卫星作为创新科学平台], Journal of Small Satellites, 2, no. 1 (July 2013): 79-81.

7. Planet Labs,“Our Story”[我们的故事], https://www.planet.com/story/.

8. Herbert J. Kramer and Arthur P. Cracknell,“An Overview of Small Satellites in Remote Sensing”[小卫星遥感概述], International Journal of Remote Sensing, 29, no. 15 (2008): 4285-337.

9. Michael Fogle Jr., J-M Wersinger, and Luke Marzen, Auburn University Proposal investigators,“Development of a Hyperspectral Instrument for CubeSats for Earth Remote Sensing”[研发用于地球遥感的立方体卫星超光谱仪], (grant proposal), 2014; 另参看 Marin Halper, William F. Basener, and Shannon D. Jordan, On the Probabilistic Identification of Solid Materials in HyperSpectral Imagery [超光谱成像对固体材料的辨识概率], (McLean, VA: MITRE Corporation, 2013).

10. “Contamination Characterization through Airborne Hyperspectral Imaging”[机载超光谱成像捕捉大气污染特征], Missouri Resource Assessment Partnership, http://morap.missouri.edu/index.php/contamination-characterization-through-airborne-hyperspectral-imaging/.

11. 同注 9 中 Halper 文。

12. Chris J. Baker,“An Introduction to Multistatic Radar”[多元雷达概论], 收录于 Multistatic Surveillance and Reconnaissance: Sensor, Signals and Data Fusion, [多元监视和侦察：传感器、信号和数据融合], RTO-EN-SET-133 (Brussels: NATO Science and Technology Organization, April 2009), 2-1-2-20, https://www.cso.nato.int/pubs/rdp.asp?RDP=RTO-EN-SET-133.

13. 同上。

14. Chris J. Baker and H. D. Griffiths,“Bistatic and Multistatic Radar Sensors for Homeland Security”[用于国土安全的二元和多元雷达传感器], 收录于 Advances in Sensing with Security Applications [国家安全传感应用的发展], ed. Jim Byrnes and Gerald Ostheimer (Dordrecht, Netherlands: Springer, 2006), 1-22.

15. Missile Defense Agency, Programmatic Environmental Impact Statement [纲领性环境影响报告], (Washington, DC: Missile Defense Agency, 2007).

16. J. L. Glaser,“Fifty Years of Bistatic and Multistatic Radar”[二元和多元雷达发展 50 年], IEEE Proceedings, 133, no. 7 (December 1986): 596-603.

17. 同注 14。

18. QB50, an FP7 Project [FP7 项目], https://www.qb50.eu/index.php/project-description-obj.

19. Riki Munakata, CubeSat Design Specification Rev 12 [立方体卫星设计规范第 12 修订版], [public domain] (San Luis Obispo, CA: California Polytechnic State University, 2009), 10; 另参看 Giovanni Motta, Francesco Rizzo, and James A. Storer, Hyperspectral Data Compression [超光谱数据压缩], (Dordrecht, Netherlands: Springer-Verlag, 2005).

20. David Hinkley,“Picosatellites at the Aerospace Corporation”[航空航天公司研制的皮级卫星], 收录于 Small Satellites, Past, Present and Future, [小卫星的过去、现在与将来], ed. Henry Helvajian and Siegfried W. Janson (El Segundo, CA: Aerospace Press, 2009), 151-73.

21. M. A. Swartwout,“The First One Hundred CubeSats: A Statistical Look”[最初 100 颗立方体卫星统计分析], Journal of Small Satellites, 2, no. 2 (December 2013): 213-33.

22. 同注 9 中 Fogle 文“研发超光谱仪”；另参看注 19 中 Marzen 文“超光谱数据压缩”。

23. Mike Gruss,“MDA Kill Assessment Sensors Would Be Commercially Hosted”[导弹防御局将把杀伤评估传感器寄宿在商业卫星平台], Space News, 20 March 2015, http://spacenews.com/mda-kill-assessment-sensors-would-be-commercially-hosted/.

24. 同注 9 中 Fogle 文“研发超光谱仪”；另参看注释 7 中 Planet Labs 网站“我们的故事”。

25. R. A. Deepak and R. J. Twiggs, “Thinking Out of the Box: Space Science beyond the CubeSat”[解放思考：超越立方体卫星的太空科学], Journal of Small Satellites 1, no. 1 (January 2012): 3-7.

26. Kirk Woellert et al., “CubeSats: Cost-Effective Science and Technology Platforms for Emerging and Developing Nations”[立方体卫星为新兴与发展中国家提供成本效益比高的科技平台], Advances in Space Research 47, no. 4 (15 February 2011): 663-84.

27. Kirk Woellert, “Space Access: Still the Major Issue for the Small Satellite Community”[太空发射仍是小卫星界的主要问题], Journal of Small Satellites, 1, no. 2 (October 2012): 45-47.

28. Lt Gen David A. Deptula, “Transformation and Air Force Intelligence, Surveillance, and Reconnaissance”[空军情监侦的转型], (remarks at the Air Force Defense Strategy Seminar, Washington, DC, 27 April 2007), http://www.af.mil/AboutUs/Speeches/Display/tabid/268/Article/143960/transformation-and-air-force-intelligence-surveillance-and-reconnaissance.aspx.

杰明・L・巴恩斯博士，项目管理专家（Dr. Jeremy L. Barnes, PMP），奥本大学理学士、理科硕士，阿拉巴马大学亨茨维尔校区理科硕士，奥本大学博士，拥有曾在美国导弹防御局从事指挥控制和天基处理研发的多年经历，为数项国家关键弹道导弹防御项目做出贡献，包括陆基中段防御、指挥与控制、作战管理及通信，和终端高空区域防御等。他是国家航空航天总署阿拉巴马太空基金协会成员，并与奥本大学教员合作，以系统工程方法实施大学生太空计划。巴恩斯博士现在 MITRE 公司任职，并在阿拉巴马大学亨茨维尔校区教授本科与研究生课程。

阿什利・N・埃利奇（Ashley N. Elledge），阿拉巴马大学亨茨维尔校区理学士、理科硕士，其 15 年职业经历始于 1999 年在波音公司作实习员，大学毕业后在该公司担任电器工程师，辅助陆基中段防御（GMD）项目航电控制系统测试及仪表系统设计。他于 2004 年转入雷声公司，在 GMD 系统测试实验室从事外太空拦截器模拟数据分析。自 2005 年 11 月以来在 MITRE 公司担任系统工程师，致力于多个项目，包括 Link 16 链路与陆军航空兵一体化、指挥与控制、作战管理及通信、GMD、终端高空区域防御，和弹道导弹防御系统能力评估。

斯科特・G・巴顿，美国空军退役上校（Col Scott G. Patton, USAF, Retired），乔治亚理工学院机械工程学士，科罗拉多大学工商管理硕士，海军陆战队大学理科硕士，现在阿拉巴马州亨茨维尔 MITRE 公司担任项目经理，支持美国导弹防御局陆基导弹防御战略系统工程部。

军改之后的国土防空作战责任与指挥

Operational Command of Territorial Air Defense during & after PLA's Military Reform

張競博士（CHANG, Ching, Ph.D., Research Fellow, Taiwan）

一、前言

本文就目前中国大陆推动“深化国防与军队改革”的各项要点，探讨军队改革后，原由解放军空军所主导指挥与控制的国土防空任务，在新的“军委管总、战区主战、军种主建”体制理念下，如何移转与调整，以及如何依据作战责任重新建构指挥与控制架构。

本文首先讨论此轮军事改革的背景，探讨习近平接掌党政军大权后，在其所规划主导的全面深化改革政治工程下，其所配合推动的深化国防与军队改革，具备何种本质与特性，以及军事改革所涉及层面的全貌。

依据对整体深化国防与军队改革的理解，本文将接续以文件研读方式，针对上述改革过程中，到目前所公开颁行的政策文件，运用辨识文辞（text identification）、查证文义（context examination）及推敲文意（subtext interpretation）三种方式，检视此等文件内容实质；期能掌握与理解文件中与本研究课题相关的意涵，特别侧重于与军队作战指挥直接相关的面向，为进一步探讨解放军调整国土防空责任以及指挥控制的轴向构建基础。

最后本文将依据中国大陆最近两份以国防课题为核心的政府白皮书，以及解放军标准军语定义，分别探讨战区与军区基本定义及目前的国土防空架构，期能推论调整国土防空作战责任与指挥架构的未来发展可能轴向，作为本文论证过程的最后结论。

由于目前中国大陆深化国防与军队改革作业仍未尘埃落定，因此必然存在多般变数，本文推论所得将可作为未来观察其改革进程后续发展的参考依据。即便推论所得未能符合实际发展，在事实真相浮现后，亦可就本文推论过程，检讨研判中国大陆政军情势发展的思维盲点所在。

二、“深化国防与军队改革”缘起与本质

对中国大陆推动“深化国防与军队改革”，我们必须理解到，此等改革不仅是针对解放军内部的整编与改组，还要将视野扩大到整个中国大陆的政治进程与社会脉动，如此才能够完整理解此项体制性政治军事工程的核心意涵。就“深化国防与军队改革”之缘起与本质上来说，其具有下述几个要点：[1]

军改与国家社会及政治发展同步脉动

在过去十年中，解放军内部有关改革声浪一直不断，但是中国大陆整体社会条件与政治发展进程，皆未能成熟到推动各项军事变革的地步。一直等到 2012 年 11 月 15 日中共召开第十八届一中全会，将新一代中央军委人事确定，由习近平出任中央军委主席正式接掌军权，才开启军事改革的契机。习近平在首次主持中央军委常务会议时，正式

表达了推动军事改革的决心，吹响了深化国防与军队改革的号角。

这场军事改革，对外必须面对日益严峻的战略环境客观条件，对内亦有解放军各层官兵压抑不住的改革呼声与期待。其所仰赖的推动力量，不尽然是上级指导或解放军本身资源，而必须是同时兼顾内外压力，才能够顺利落实改革理想。解放军改革亦须配合中国大陆社会脉动积极面对问题，更要配合中共对社会整体改革的预期，与整个党政改革政治工程同步执行，才能充分借由党政运作及军文协调，获得地方与中央各个相关部委机关支持，化解各方面抵制改革的阻力。

所以当 2013 年 11 月十八大三中全会发布《中共中央关于全面深化改革若干重大问题的决定》（下称《决定》）时，解放军亦未在中国大陆整体政治与社会改革方案中缺席，该文件第 15 章“深化国防与军队改革”，亦即文件整体第 55 点至第 57 点所提军事体制改革重点，其实是显现出解放军准备以两年协调过程，依循黑格尔量变至质变辩证规律积蓄能量，落实与地方及中央部委之间改革思想沟通，从而建构与中国大陆整体体制改革配合发展，并保持与社会平行同步脉动的特色。

军改贯彻党指挥枪传统

从十八大三中全会发布《决定》，将军事变革收录至党内决策文件后，2014 年初习近平才首度主持召开中央军委深化国防与改革领导小组全体会议，而当时解放军高层所要讨论与执行的重点就是如何落实党内决议；所以解放军改革亦是在贯彻——抑或是强化——“以党领军”传统。2014 年 8 月 29 日中央政治局成员更以集体学习方式进行观念沟通与思想动员，透过对世界军事发展新趋势和推进解放军军事创新议题，进一步获得对军队体制改革认识，以支持变革将产生的社会与行政需求。

到 2015 年 1 月 17 日中央军委深化国防与改革领导小组第二次全体会议时，解放军已借党政协调获得地方与中央部会配合支持，使得解放军化解体制改革阻力并疏导成员反弹情绪。而 2015 年 7 月 14 日该小组第三次全体会议通过《深化国防与军队改革总体方案建议》时，就必须先通过当月 22 日中央军委常务会议审议，再于 29 日中央政治局常委会议审定程序定案。在党内最高机制议决后，习近平方依中共体制，在 10 月 16 日召开中央军委常务会议，审议“领导指挥体制改革实施方案”，作为后续落实党内决议作法，由此更确认中共党指挥枪原则不容挑战。[2]

西方媒体与军事观察家多将关注焦点置于各种改编与改组的枝节，但却未深入探讨中国大陆“深化国防与军队改革”决策过程中，解放军与其党政高层在军文互动与决策的实质关系与架构。他们在表象上，看到诸多解放军军事组织发展趋向专业化的特点，但却未能察觉到在本质上，中国共产党对于军队建设以及国防事务上，仍然是牢牢掌控毫不放松。所以中国大陆“深化国防与军队改革”确实始自共产党的组织决议，并且，解放军改革过程中所有的军事专业化发展，亦未能使其具有脱离党内决策体系掌控的可能性。

军改政策内涵透明公开

国际社会对于解放军各项施政向来关注，但媒体与军事观察家发表评论时，惯以缺乏透明度大扣解放军帽子，特别是当论者缺乏直接解读中共文件能力时，都以此为托辞遮掩自身本事不足。但从中共十八大三中发布《决定》，包括其中第 15 章“深化国防与军队改革”内容要点，到去年 11 月底解放军中央军委改革工作会议会后对媒体发言内容，再

加上去年年终中央军委经由媒体公布全文并同时下发全军的《中央军委关于深化国防与军队改革的意见》(下称《意见》)，一应政策文件，不但极度详尽内容一致，完整勾勒出解放军变革全貌，更有完整外语译本，显现出政策内涵透明公开。[3]

解放军本轮军事变革,要裁撤 30 万员额，经营多年的诸多机关与院校亦被整并或转隶，一些单位将走入历史，从影响事业前途与家庭生计来看，不但有感性层面影响，更有实际物质待遇冲击。所以变革过程必须与地方与中央部委积极合作，亦要安抚受到波及的地方与军工产业。对在军事组织体系外所将影响层面来说，更具有严肃政治意涵。所以解放军并未关起门来搞深化国防与军队改革，反而是大张旗鼓积极对外说明与主动进行安排。因此若再指控解放军改革透明度不足，绘声绘影暗示并政治解读变革背后又有对外扩张阴谋，显然就会失之公允。

本轮军事变革，其实是相当认真面对内部体制问题，以及由体制所生诸多弊端。认真解读《意见》内容，应特别注意最后章节，其以务实求是态度，面对干部调整安置难题，直接说明应有立场。更后续指出组织转隶交接时，在人员、物资、经费等交接上应予考虑的种种措施。进一步，针对有心人士有意在变革中混水摸鱼趁乱取利，该文件予以警示并指示防范上的作为。此外亦提出相关加强部队战备训练管理执行战备指示，藉以防范强权与恶邻借机生事。最重要的是解放军决心趁变革之机，落实依法治军，并建立标准化规范与体制，由此更可看出其务实态度与政策透明程度。

以上几点，足以证实此等文件可作为我们观察解放军在“深化国防与军队改革”过程中，如何调整作战责任与指挥架构的重要依据。因此下节将就上述两部文件，以及习近平本人在 2015 年 11 月底召开中央军委改革工作会议讲稿内容，[4] 解读其与军队作战指挥相关的重要面向；期能作为后续分析军改后国土防空作战责任与指挥架构调整移转的基础。

三、解读“深化国防与军队改革”重要文件

首先，就中共十八大三中全会通过并发布的《中共中央关于全面深化改革若干重大问题的决定》中第 15 章“深化国防与军队改革”内容来看，与国土防空任务以及作战指挥架构直接相关的文字，包括第 55 点所述“……优化军委总部领导机关职能配置和机构设置，……健全军委联合作战指挥机构和战区联合作战指挥体制，推进联合作战训练和保障体制改革。完善新型作战力量领导体制。加强信息化建设集中统管。”以及第 57 点最后一句“……调整理顺边海空防管理体制机制。”[5] 由此可以理解，未来中国大陆的国土防空作战责任与指挥架构，势必要有所调整与变革。

其次，就《意见》内容观察，全文分“改革的重大意义、指导思想和基本原则”、“改革的总体目标和主要任务”及“改革的组织领导”三个部分，其中第二部份特别涉及军队作战指挥,该部分前两节“总体目标”与“领导管理体制”间接触及此项课题，但在第三节“联合作战指挥体制”中,明确提出要“适应一体化联合作战指挥要求，建立健全军委、战区两级联合作战指挥体制，构建平战一体、常态运行、专司主营、精干高效的战略战役指挥体系。重新调整划设战区。按照联合作战、联合指挥的要求,调整规范军委联指、各军种、战区联指和战区军种的作战指挥职能。与联合作战指挥体制相适应，完善联合训练体制。”[6] 这些表述再度证明，调整中国大陆国

土防空作战责任与指挥架构，确实是深化军队改革的一个重点项目。

不仅上述两份文件显示出军队作战指挥的调整是本次深化国防与军队改革过程的要项，我们亦可参照 2015 年 11 月底习近平本人在中央军委改革工作会议的讲稿内容，其中习近平亲自强调："要着眼于贯彻新形势下政治建军的要求，推进领导掌握部队和高效指挥部队有机统一，形成军委管总、战区主战、军种主建的格局。坚持坚定正确的政治方向，通过一系列体制设计和制度安排，把党对军队绝对领导的根本原则和制度进一步固化下来并加以完善，强化军委集中统一领导，更好使军队最高领导权和指挥权集中于党中央、中央军委。对领导管理体制和联合作战指挥体制进行一体设计，通过调整军委总部体制、实行军委多部门制，组建陆军领导机构、健全军兵种领导管理体制，重新调整划设战区、组建战区联合作战指挥机构，健全军委联合作战指挥机构等重大举措，着力构建军委—战区—部队的作战指挥体系和军委—军种—部队的领导管理体系。"[7]

其实上述习近平讲话中与国土防空作战责任与指挥架构直接相关之论述内容，严格来说，不外乎是指"…推进领导掌握部队和高效指挥部队有机统一，形成军委管总、战区主战、军种主建的格局…"以及"…重新调整划设战区、组建战区联合作战指挥机构，健全军委联合作战指挥机构等重大举措，着力构建军委—战区—部队的作战指挥体系…"两段文字，其与以上两份文件的立场一致。我们虽可再度确认国土防空作战责任与指挥架构势必面临改革调整，但调整方式并未明述，因此我们仅能借下节分析加以推断。

四、军改后国土防空作战责任与指挥架构的变更

目前的国土防空架构

关于解放军空军因应整体深化国防与军队改革政策，未来如何顺应上级政策指导，将目前所承担的作战责任转移，并专注于军力建设与战力发展，实应检视中共官方所曾公开揭示的、有关其建军发展与任务使命的政策文件。期能引据作为参证空军在解放军整体架构下，如何妥善履行其所承担的任务使命，以及落实建军发展趋向。

国防白皮书赋予空军当前国土防空统合使命

检视中共近年来所发布的各项政策文件，尤以 2013 年 4 月中华人民共和国国务院新闻办公室发布的政府白皮书为重头文件，这份以《中国武装力量的多样化运用》为题的白皮书，针对目前解放军空军所负担的任务使命，以及依据此等任务使命所建构的组织编装，给出下列说明：[8]

> 空军是空中作战行动的主体力量，担负着保卫国家领空安全、保持全国空防稳定的任务，主要由航空兵、地面防空兵、雷达兵、空降兵、电子对抗等兵种组成。按照攻防兼备的战略要求，空军加强以侦察预警、空中进攻、防空反导、战略投送为重点的作战力量体系建设，发展新一代作战飞机、新型地空导弹和新型雷达等先进武器装备，完善预警、指挥和通信网络，提高战略预警、威慑和远程空中打击能力。空军现有 39.8 万人，下辖沈阳、北京、兰州、济南、南京、广州、成都 7 个军区空军和 1 个空降兵军。军区空军下辖基地、航空兵师（旅）、地空导弹师（旅）、雷达旅等。[9]

就空军目前在中国大陆整体国家空防安全所负责的任务与使命，该项白皮书明确指示：

> 空军是保卫国家空防安全的主体力量，陆军、海军和武警部队按照中央军委的指示担负部分空防任务。平时，国家防空实行空军—军区空军—防空部队指挥体制，空军根据中央军委意图对担负防空任务的各种防空力量实施统一指挥。中国空防体系由侦察监视、指挥控制、空中防御、地面防空、综合保障和人民防空六大系统组成。中国已建成集侦察预警、抗击、反击和防护于一体的空防力量体系，具有以各种对空探测雷达和预警机为主体，以技术侦察、电子对抗侦察为补充的空情获取手段；以歼击机、歼击轰炸机、地空导弹、高炮部队为主体，以陆军防空兵、民兵预备役防空力量和人民防空力量为补充的抗击手段；以各种防护工程和防护力量为主体，以专业技术防护力量为补充的综合防护手段。[10]

因此当我们审视分析解放军空军所负任务使命时，在视野上就不可仅限于空军军种本身所下辖的建制部队，还必须综合考量其他军兵种按照中央军委指示，所各自承担的部分防空任务，特别是要注意到解放军空军已获得中央军委授权，就担负防空任务的各种防空力量实施统一指挥。依据上述白皮书，整个中国大陆在空防上所下辖之侦察监视、指挥控制、空中防御、地面防空、综合保障和人民防空六大系统，确实是由解放军空军所统合。而其指挥权责更是涵盖与空防任务有关的军兵种，再加上武警、民兵预备役防空力量和人民防空力量，因此在考量空军建军发展时，必须整体考量其在面向上所发挥的统合作为，方能扩展理解其建军与战力发展的方向和成效。

面对中共目前业已公开宣布的组织重整与体制变革，我们就目前中共在“平时，国家防空实行空军—军区空军—防空部队指挥体制”观察，未来应有可能随“军委—战区—部队”为原则的作战指挥体系而相应加以调整。[11] 但是就当前“空军根据中央军委意图对担负防空任务的各种防空力量实施统一指挥”的指挥架构来说，由于未来军种将从作战指挥体系架构中退出，将角色转换成为专门负责建军发展的行政组织，则此等作战责任要如何转移，就值得我们继续加以关注。

在中央军委完成整个作战体系与指挥责任转移前，解放军空军所负责的日常防空各项作为，将继续如白皮书所言，担负“空军日常防空基本活动，主要是组织侦察预警力量，监视国家领空及周边地区空中动态，随时掌握各种空中安全威胁；组织各级指挥机构，保持以首都为核心、以边境沿海一线为重点的常态化战备值班，随时指挥各种空防力量行动；组织日常防空战斗值班兵力，进行海上空域警巡、边境反侦察和境内查证处置异常不明空情；组织航空管制系统，监控飞行活动，维护空中秩序，保障飞行安全。”

各军兵种在国土防空范畴受空军统一指挥

依据上述说明，我们应理解，尽管解放军海军航空兵部队具有与空军诸多同质性战机兵力，但就国土防空的统一指挥权责来说，海军航空兵飞行部队确实要受到解放军空军所调度，以便“组织日常防空战斗值班兵力，进行海上空域警巡、边境反侦察和境内查证处置异常不明空情”。同样，就海军所属与其航空兵部队飞航有关的观察通信与航空管制，亦须依此，听从空军的统一指挥，期能“组织航空管制系统，监控飞行活动，维护空中秩序，保障飞行安全。”所以在审视解放军空军未来如何移转其国土防空的作战责任与指

挥职能时，更不可仅将视野局限于其单一军种，而必须依据任务导向所涵盖的各个军兵种，以及所有相关政府机关所具有的防空能量，全面加以检讨。

针对解放军空军所主导的国土防空任务，该白皮书更强调“空军部队的日常战备，以国土防空为重点，坚持平战一体、全域反应、全疆到达的原则，保持灵敏高效的战备状态。组织常态化空中警戒巡逻，及时查证异常不明空情。空军指挥警戒值班系统以空军指挥所为核心，部队指挥所为基础，以航空兵、地面防空兵等战斗值班兵力为支撑。”同时也指出“空军依托训练基地构设复杂战场环境，组织军区空军之间、军区空军与合成“蓝军”部队之间，开展信息化条件下“红蓝”体系对抗演习”为其经常性演训的核心重点。由于战备与演训实为一体，用兵与练兵亦须相互支持，未来将国土防空指挥职能转移后，此种任务导向性演习与训练体系应亦会随之移转，其执行细节更值得关注与观察。[12]

从国土防空型向攻防兼备型转变

不过在此必须提醒，国土防空虽是当前解放军空军所负责的任务主体，但并非其整个任务使命的全貌。就未来前瞻发展而言，在 2015 年 5 月 26 日中华人民共和国国务院新闻办公室，以《中国的军事战略》为题所发布的政府白皮书内容中，就提出“空军按照空天一体、攻防兼备的战略要求，实现国土防空型向攻防兼备型转变，构建适应信息化作战需要的空天防御力量体系，提高战略预警、空中打击、防空反导、信息对抗、空降作战、战略投送和综合保障能力。”[13] 这应是解放军空军未来建军发展的愿景与构想。尽管其仍强调“空军部队坚持平战一体、全域反应、全疆到达的原则，保持灵敏高效的战备状态”，[14] 但亦确实显现出解放军空军的任务使命，将会随着解放军整体组织改编与体制变革而有所变化。

因此，2015 年白皮书所宣示的“按照空天一体、攻防兼备的战略要求，实现国土防空型向攻防兼备型转变，构建适应信息化作战需要的空天防御力量体系”，不啻为解放军空军配合解放军整体转型的发展指导；同时就深化国防与军队改革后的战力发展动向来说，其所强调之“提高战略预警、空中打击、防空反导、信息对抗、空降作战、战略投送和综合保障能力”，就是最为具体与明确的内涵。但是笔者仍要强调，此等战力发展趋向，并非仅由解放军空军单一军种执行，在其建构落实过程中，必然要与其他军兵种，甚至要扩及其他政府部门与民间企业及机构共同合作，如此方能符合目前解放军在深化改革过程中，服膺中央政策有关军民融合的指导。

战区与军区基本定义

要探讨深化国防与军队改革后，国土防空作战责任如何移转，指挥管制架构如何调整，还必须考量战区与原先军区之间的差异，如此才能够在“军委管总、战区主战、军种主建”政策的指导下，整理出相关体系间的承接与互动关系。

到目前为止，各界都认为划设战区后，其所具职能将取代先前的大军区。但解放军军事体制中，对“军区”及“战区”都有标准定义；依最新版本解放军军语辞典，军区：“亦称大军区。按战略区域设立的军队一级组织。为战略性战役军团。是中央军事委员会直接领导下负责所属部队和单位军事、政治、后勤、装备工作的领导机构。下辖战斗部队、保障部队和省军区等，有的还辖卫戍区、警备区、院校等。”[15] 而战区定义则是：“战略区的简称。按战略任务划分的区域。按任务，分为主要战区与次要战区；按地理位置，分

为陆上战区、海上战区等。”[16] 从上述定义，读者可以理解到，军区是军事组织，而战区是军事地理名词；两者在体制上，理念指向完全不同，双方亦未具相互取代特性，甚至两者应当相辅相成，所以才会同时收纳并存于解放军军语。

所以尽管诸多媒体与专家都认为，解放军编组战区将取代目前的大军区编组架构，可是依据解放军军事体制基本定义，此两者并无法等同视之，若是贸然以战区编组取代大军区，恐将颠覆解放军目前军事体制基本理念。当然从新修订军语定义亦可期待，但是目前大军区内各项组织体系与行政功能是否就是由战区承接，这都具有相当大的变数，值得我们关注。由目前成立直属军委之原七大军区善后办公室来看，两者间不能划上等号，既有职能不会完全移转，将是无可争辩的事实。[17]

未来发展可能轴向

由于当初国土防空任务系由解放军空军负责统一主导与指挥及管制，其作战责任亦是由解放军空军来承担，与原有的大军区作战指挥架构，其实在分工上并无矛盾。现在编组与划设战区，同时解编原来的大军区编组架构，就国土防空作战责任与指挥而言，只要考量是否会由解放军空军转移至战区，而与大军区的任务转接并无关系。此外还要考量，若是由战区来承担国土防空任务时，其又将如何发挥其功能。

针对中国大陆有关国土防空任务作战责任与指挥，未来在深化国防与军队改革后，如何调整与移转的课题，首先还是要从探讨国土防空的基本定义着手。依据解放军军语辞典，国土防空：“为维护国家领陆和领海的安全，防范和抗击敌空中入侵而统一组织的全国性的防空。”[18] 由此可以看出国土防空是项在范围上涵盖全国领空，在指挥架构上必须统一组织的作战任务，所以毋庸置疑，不会受国内划设战区的地境范围所限制。

此外与国土防空相关的解放军军事术语还有几项，诸如“国家防空体系”：“国家建立的由各种防空系统构成的有机整体。包括要地防空系统、野战防空系统和人民防空系统。建立国家防空体系的目的是遏制和粉碎敌空中入侵”；[19]“防空系统”：“由各种防空机构、设施和力量组成，用于对空防御的有机整体”；[20] 或是“防空建设”：“国家为建设和完善防空体系，提高防空能力而进行的一系列活动的统称。包括防空力量建设、防空组织建设、防空法规制度建设、防空工程建设、防空装备建设和防空教育建设。”[21] 诸如此类，其实都表明，国土防空不但有作战指挥责任，也是国防建设的一项课题。

所以整体来说，国土防空不但在执行上是作战任务，在平日运作上更具有大量国防组织建设作业。目前解放军空军负责国土防空上，不但是要主导作战，更必须要主导建设国家防空体系。显然在未来以“军委管总、军种主建、战区主战”的思维架构下，国土防空作战任务因为必须全国统一规划，势必无法交由任何战区单独主导，因为在实施运作时必然会超出其作战责任地境线。所以最后只有两种可能性：向上提升责由军委所属部门统一主导与指挥，或是维持现行架构，由军委责由解放军空军继续主导与统一管制。

由于目前中国大陆国土防空作战责任与指挥架构，系循“国家防空实行空军—军区空军—防空部队指挥体制，空军根据中央军委意图对担负防空任务的各种防空力量实施统一指挥”的方式运作，[22] 因此我们可以合理推断，原军区空军的中级指挥环节，应当是由重新划设入各个战区内的下属空军指挥机构取代，然后由其指挥战区内各个军兵种

防空部队。而目前唯一无法精准判断的环节，还是上述所提，在战区空军之上，究竟是责由军委所属部门统一主导与指挥，或是维持现行架构，由军委责由解放军空军继续主导与统一管制，此阶层的指挥架构目前并无法定论，但势将是观察“军委管总、军种主建、战区主战”思维架构能否及如何落实的重要指标。

五、结语

针对中国大陆深化国防与军队改革中，有关国土防空作战责任与指挥架构课题，目前仍有要点无法判明，需要等待军事变革中多项仍待论证试点完成后才能确定。

还要指出，依据中国大陆《国家行政机关公文处理办法》第九条对公文种类之定义，以“意见”为名的政府文件系“适用于对重要问题提出见解和处理办法”；因此详读《中央军委关于深化国防与军队改革的意见》，应可掌握中央军委对于深化国防与军队改革的政策见解和处理办法。

依照第九条所给定义，以上《意见》并非“宣布施行重大强制性行政措施”的“命令”，亦非“适用于对重要事项或者重大行动做出安排”的“决定”；[23] 所以未来解放军在推动改革过程中，可能还是会依据实际状况，作出相当程度政策调整。因此目前下发的政策文件，才会是以“意见”为名，显示诸多作法尚未完成规划，仍保有相当程度政策回旋与弹性调整空间。[24] 简言之，由空军抑或军委直属机关总揽中国大陆国土防空作战责任，以及担任指挥架构最高层级，目前尚无定论，其实也不意外；但此项课题确实是值得关注的解放军改革要点所在。★

注释:

1. 本段对于“深化国防与军队改革”缘起与本质之分析，请参考本文作者对此课题业已发表的各项前稿：張競，观察大陆军事改革—面对解放军变革、掌握脉络章法，亚太防务杂志，第 94 期，2016 年 2 月号，页 26-29；張競，持平审视解放军变革认真解读政治意涵，海峡评论，第 302 期，2016 年 2 月号，页 22- 23；以及張競，解放军体制改革循章顺法，论坛广场，旺报，2016 年 1 月 4 日，http://www.chinatimes.com/newspapers/20160104000793-260310。 CHNAG, Ching, The Nature of the PRC's National Defense and Military Reform, Center for International Maritime Security, CIMSEC, March 8, 2016, http://cimsec.org/nature-prcs-national-defense-military-reform/22675。
2. 本节有关深化国防与军队改革之历程，请参阅深化国防和军队改革，推进过程，维基百科，https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%B7%B1%E5%8C%96%E5 %9B%BD%E9%98%B2%E5%92%8C%E5%86%9B%E9%98%9F%E6%94%B9%E9%9D %A9；亦请参阅曹智、李宣良等新华社与解放军报记者，改革强军奋楫中流 — 习主席和中央军委运筹设计深化国防和军队改革纪实，新华网，http://news.xinhuanet.com/politics /2015-12/30/c_1117628550.htm。
3. 十八大三中所发布《中共中央关于全面深化改革若干重大问题的决定》，其第 15 章“深化国防与军队改革”内容英文译本，请参阅中国日报网，《深化改革决定》要点双语对照，2013 年 11 月 25 日，http://language.chinadaily.com.cn/news/2013-11/25/content_17129395.htm。《中央军委关于深化国防与军队改革的意见》的英文译本，请参阅 News Hub of Golden BRIC, The Central Military Commission issued the opinions on deepening the reform, January 1, 2016, http://www.hubgold.com/2016/01/01/the-central-military-commission-issued-the-opinions-on-deepening-the-reform/。
4. 该讲稿重点内容，请参阅习近平：全面实施改革强军战略，坚定不移走中国特色强军之路，新华网，2015 年 11 月 26 日，http://news.xinhuanet.com/politics/2015 -11/26/c_1117274869.htm。该项讲话内容亦以同名报导刊于中华人民共和国中央政府网站，因此更可确认其具有相当程度的政策性，请参阅 http://big5.gov.cn/gate/big5/www.gov.cn /xinwen/2015-11/26/content_5017385.htm。
5. 人民网，中共中央关于全面深化改革若干重大问题的决定，2013 年 11 月 16 日，http://politics.people.com.cn/BIG5/n/2013/1116/c1001-23560979-15.html。
6. 中央军委关于深化国防和军队改革的意见，维基文库，https://zh.wikisource.org/zh-hant/%E4%B8%AD%E5%A4%AE%E5%86%9B%E5%A7 %94%E5%85%B3%E4%BA%8E%E6%B7%B1%E5%8C%96%E5%9B%BD%E9%98%B2%E5%92%8C%E5%86%9B %E9%98%9F%E6%94%B9%E9%9D%A9%E7%9A%84%E6%84%8F%E8%A7%81。

7. 请参阅前注 4，“习近平：全面实施改革强军战略，坚定不移走中国特色强军之路”。

8. 《中国武装力量的多样化运用》白皮书全文，中华人民共和国中央人民政府门户网站，http://big5.gov.cn/gate/big5/www.gov.cn/jrzg/2013-04/16/content_2379013.htm，以下自该白皮书所引注内容，皆引据此网页所刊文稿。

9. 同上。

10. 同上。

11. “……着力构建军委—战区—部队的作战指挥体系……”一语系出自习近平本人 2015 年 11 月在中央军委改革工作会议的讲话稿，习近平：全面实施改革强军战略，坚定不移走中国特色强军之路，同前注网页。但是在以《中央军委关于深化国防和军队改革的意见》为题的政策文件中，其表述文字则是“……（三）联合作战指挥体制。适应一体化联合作战指挥要求，建立健全军委、战区两级联合作战指挥体制，构建平战一体、常态运行、专司主营、精干高效的战略战役指挥体系。重新调整划设战区。按照联合作战、联合指挥的要求，调整规范军委联指、各军种、战区联指和战区军种的作战指挥职能。与联合作战指挥体制相适应，完善联合训练体制。……”，虽然在表面文字上有所差异，但实际上却更明确指出，目前军种的联合作战指挥职能将要配合调整。请参阅中央军委关于深化国防和军队改革的意见（全文），新浪网转刊新华社报导，2016 年 1 月 1 日，http://news.sina.com.cn/c/nd/2016-01- 01/doc-ifxneept3517995.shtml。

12. 其实在相关政策文件中，就已明述“与联合作战指挥体制相适应，完善联合训练体制”文字，因此该等训练体制，亦应自现行解放军空军之军种主导架构下有所调整。请参阅《中央军委关于深化国防和军队改革的意见（全文）》，同前注网页。

13. 《中国的军事战略》白皮书（全文），国务院新闻办公室网站，http://www.scio.gov.cn/zfbps/gfbps/Document/1435341/1435341.htm。

14. 同上。

15. 军区，中国人民解放军军语（全本），全军军事术语管理委员会 / 军事科学院，军事科学出版社，2011 年 12 月第一版，页 329。

16. 战区，中国人民解放军军语（全本），同上，页 77-78。

17. 原七大军区善后办任务披露：处理各类遗留问题，新浪网转载解放军报报导，http://big5.china.com.cn/military/2016-02/23/content_37848011.htm。

18. 国土防空，同前注 15，页 29。

19. 国家防空体系，同前注 15，页 29。

20. 防空系统，同前注 15，页 29。

21. 防空建设，同前注 15，页 29。

22. 请参阅前注 8，《中国武装力量的多样化运用》白皮书。

23. 国家行政机关公文处理办法，百度百科，http://baike.baidu.com/view/438728.htm。该项法规英文译本，请参阅 Procedures for Handling Official Documents in the Administrative Departments of the Government，http://www.eduzhai.net/yingyu/615/763/yingyu_246848.html。

24. 本项论点请参阅前注 1，張競，观察大陆军事改革—面对解放军变革、掌握脉络章法。

張競博士为中华战略学会研究员，曾经服务军旅三十余年，并且担任过海军舰长与国防政策机构幕僚主管，并曾在战略教育机构担任战略教官近十年。张竞博士在台湾毕业于中正国防干部预备学校与海军军官学校，并曾至美国海军战争学院分别以绩优学员资格毕业于参谋学院与指挥学院，同时亦在美国科罗拉多大学进修获得电子工程硕士，并在英国赫尔大学获颁政治学博士。张竞博士经常在台湾与中国大陆各电视台获邀出席军事与政治评论节目，同时经常接受中外新闻媒体访问，此外亦在数家平面媒体与电子媒体撰写专栏，评论国际与两岸政治军事情势。张竞博士之学术专长为国家安全、传统兵学、国际关系、政治论述分析与和平协议；网际空间可搜获张博士多项文稿。

中国在拉丁美洲的地缘经济作用和演变

China's Geo-economic Role in Latin America

伊文·埃利斯博士，美国陆军战争学院拉美研究教授（R. Evan Ellis, Professor of Latin American Studies, US Army War College）

在拉丁美洲，中国的角色，以及其行事风格，比起其在靠自己更近的其他一些地区而言，相对低调且稍显谦恭。自不必说，拉美地区也是中国在外交和军事领域进取的目标，但总体而言，拉美国家的主要感受，是看到越来越多的中国企业进驻，与中国的贸易越来越大。这一切，在拉美和加勒比国家的经济中，正缓缓地压出印记。

中拉交往的三个阶段

邓小平打开中国大门面向全球经济市场，迄今已经近 40 年。这段时期中，中国与拉美及加勒比国家的交往,经历了三个重要转变。首先在 2001 年，中国加入世界贸易组织，由此开始了中国对拉美地区的几何级数贸易扩展，不断蚕食一直在这个地区占优势地位的台湾的份额,迫其败退。其次从 2009 年开始，中国公司开始向这个地区大举投资和建设项目，与此相应，在其投资的国家中成为越来越大的内部事务利益相关方。最后是在 2015 年，随着中国经济发展减速，和中国在此地区的建设项目和其所支撑的一些政权陷入困境，两者作用交集，遂使该地区对与中国的交往，以及中国对该地区发展的潜在贡献上，移向更平衡更务实的思考方向。

中国与拉美及加勒比海地区的贸易，从 2001 年的 150 亿美元，增长到 2014 年的 2889 亿美元，增幅将近 20 倍。[1] 并且，该地区自 2005 年从中国获得 1200 多亿美元贷款。[2] 这一切对该地区政治和经济领导人的规划形成重大的影响，使他们把注意力聚向如何利用中国的资源和中国的巨大市场，从中获得机会；但另一些公司，因为业务受到来自中国竞争的威胁，则构成阻力。

越来越多的中国公司开进拉丁美洲，但做法上随产业类别的不同而有别。例如，中国的石油和矿业公司，主要通过兼并和收购当地企业而进入此地区，但在电信领域，中国的一些重要玩家则“自筹自建”而立足下来。靠贷款支撑的以中国为主的基础建设项目，在委内瑞拉、厄瓜多尔及一些加勒比国家最为成功。由中国公司为主投资的产品制造项目，则以在巴西和墨西哥居多，此两国有广大的内部市场，并可通过北美自由贸易协定（NAFTA）和南方共同市场贸易协定（MERCOSUR）向周邻国家的重要市场辐射。

中国公司在当地立足运营后，其管理和技术人员，因为不熟悉当地语言文化、风俗习惯，以及做生意的各种明暗规则，而面临种种挑战，不得不边干边学，急起直追。

推动拉美经济结构发生变化

与中国交往，对拉丁美洲的经济发展带来了广泛的影响。就经济结构而言，中国大量购买该地区的商品，并精心选择对某些领域的生产提供强化发展投资，由此推动该地区经济加强商品出口。

与中国及亚洲其他国家的贸易增长，使得该地区的基础结构发生变化，有关国家为此大力扩建太平洋沿岸港口，以及改善内陆腹地与沿海之间的道路交通，巴拿马运河被

拓宽，加勒比沿海国家也扩大港口吞吐能力，以容纳通过巴拿马运河的更大更新运输船只。

与中国的交往还改变了该地区的贸易、金融和知识产权结构，其中，中国和智利、秘鲁、哥斯达黎加分别签订了双边自由贸易协定，中国并与多国政府，就动植物检疫、投资保护，以及在拉美加勒比各大学扩展和增强中国教育项目等多种议题，签订了多项政府间协议。与中国的商贸交往扩展还改变了拉美地区的金融结构，例如中国与阿根廷及巴西签署了货币交换协议，一些项目合同以人民币结算，等等。

但是扩大与中国的商贸交往，也产生了各种不良副产品，跨太平洋犯罪活动、非法移民、假冒伪劣产品、武器弹药和毒品原料等，源源不断从亚洲输向拉丁美洲，非法矿产品和毒品贸易黑金，则反向流往亚洲，企图漂白成合法所得。[3]

抛弃幻想走向实效

经历多年快速发展，有人认为中国与拉丁美洲的关系现在进入一个新的阶段，其特征是双方期望值逐步降低，更多讲求实效。中国方面宣告经济增长减速，GDP 年增长率降低到 6.8% 甚或以下，在某种程度上推动国际商品价格下落，那些向中国出口石油、矿藏和农产品而获得重大收益的拉美国家，尤其感受到生产成本压力的加重。中国对工业原材料的需求减弱，也致使一些石油和矿业公司依其特许租约条款许可，推迟规划在拉美和加勒比海及其他区域的生产扩建投资。

中国不仅金融体系出现严重危机，其国内市场的疲弱形势也促使中国公司更加积极寻求在拉美地区依靠贷款的建设项目，以及在当地投资建制造厂，以追求更大的当地市场份额。

拉美和加勒比国家，随着对中国出口收入减少，随着中国对当地石油和采矿产业的投资退潮，以及来自中国产品出口商和建设公司的竞争力加大，开始改变对中国的看法，以往视中国为机会之源，现在更视之为竞争对手。

拉美国家对中国的期望值不断降低，还因为中国在这个地区建造的大量项目，有的从未兑现或成为烂尾工程，有的遭遇巨大困难而加剧。例如，中国至今没有兑现其宣布的 350 亿美元拉美地区发展基金；基础建设工程如尼加拉瓜运河开凿工程，以及向哥伦比亚、洪都拉斯、危地马拉和墨西哥建议的“干运河”工程，都是雷声大雨点小；中国在哥斯达黎加、厄瓜多尔和古巴的炼油厂现代化改造工程、墨西哥城至克雷塔罗高铁项目，以及在玻利维亚的 Rositas 水电站工程，至今停留在纸面。[4]

该地区对中国天然产业项目的扩张，也出现各种暴力抵制事件，著名的例子有厄瓜多尔 Tarapoa 和 Orellana 油田反对中国公司的抗议及哥伦比亚 Caquetá 油田绑架中国工人事件；在厄瓜多尔、秘鲁、墨西哥和玻利维亚等国，当地民众暴力反对中国开矿项目的例子也比比皆是。

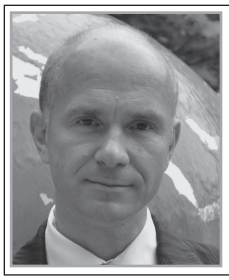
与此同时，中国在该地区不再一枝独秀，越来越多的其他国家和企业加入在该地区与中国的竞争，互相之间利益有时相合，有时相左。并且，该地区与太平洋沿岸诸国的众多双边自由贸易协定，加上美国主导的（等待国会批准的）跨太平洋多国伙伴协定（TPP），编织出一片越来越密的关系网络，导致越来越复杂的经济环境。

展望未来

简言之，正如拉美地区与半球外其他国家的交往呈现消长一样，这个地区与中国的交往，也产生各种输家赢家。各国政治领导人和商界领袖开始降低希望值，也逐步减少恐慌，进而走向理性和知情决策及风险担当，务实希望从与中国的交往中收获有限、但现实可及的收益。★

注释:

1. Direction of Trade Statistics [贸易统计指南], International Monetary Fund, June 2014, p. 33.
2. “China-Latin America Finance Database”[中国 - 拉美金融数据库], Interamerican Dialogue, http://thedialogue.org/map_list.
3. 有关详细分析，请参看 R. Evan Ellis,“Chinese Organized Crime in Latin America”[中国犯罪团伙在拉丁美洲的活动], Prism, Vol. 4, No. 1,December 1, 2012, pp. 67-77; 另参看 Arron Daugherty,“Colombians Charged in Massive China-based Money Laundering Scheme”[哥伦比亚公民参与中国境内大规模洗钱阴谋被起诉], Insight Crime, September 11, 2015, http://www.insightcrime.com/newsanalysis/colombians-charged-china-drug-money-laundering-scheme.
4. R. Evan Ellis, China on the Ground in Latin America: Challenges for the Chinese and Impacts on the Region [中国在拉美立足：对中国的挑战和对拉美地区的影响], New York: Palgrave-Macmillan, 2014; 另参看 La Inversion Extranjera Directa en America Latina: 10 casos de studio [外国对拉美直接投资 10 个案例研究], Enrique Dussel Peters, Coord., Mexico City: UNAM, 2014, http://dusselpeters.com/73.pdf; 另参看“Nicaragua's $50bn canal plan delayed”[500 亿美元尼加拉瓜大运河工程再次推延], Financial Times, November 27, 2015, http://www.ft.com/cms/s/0/3fa3ce82-9423-11e5-bd82-c1fb87bef7af.html#axzz3uzGqydJh.



伊文·埃利斯博士（Dr. R. Evan Ellis）是拉丁美洲经济、政治及安全问题分析家，研究重点为拉丁美洲与中国及其它外部行为体如印度、俄罗斯及伊朗等国的关系。他现任美国陆军战争学院战略研究所拉美研究副教授，此前担任华盛顿特区 William J. Perry 半球防务研究中心教授。埃利斯博士的著述超过 70 部，包括 2009 年的《中国与拉丁美洲：什么和为什么》一书，和 2013 年的《中国与拉丁美洲交往的战略维度》一书，以及在国家安全、财经和科技等期刊发表的文章。他曾就中国在拉丁美洲的活动向美国国会作证，在四大洲 25 个国家一系列广泛的工商界和政界论坛上提交他的研究成果，并经常在媒体露面，包括 CNN 国际、CNN 西班牙语、NTN24、美国之音和马蒂广播电台。埃利斯博士持有政治学博士学位，专修比较政治学。

史海钩沉：太平洋战场一位更伟大的英雄

Remembering a Greater Pacific Hero

丹尼尔 . 博尔格，美国陆军退役中将（Lt. Gen. Daniel P. Bolger, U.S. Army retired）

一纸任命，在 1940 年 9 月的某天早晨送达，令这位新晋少将喜不自禁。乔纳森 .M. 温莱特（Jonathan M. “Skinny” Wainwright），人称“瘦猴”，戎马倥偬 30 余年，直至官拜少将。他作为一名久经战争考验的老兵，刚刚完成一次以评估训练与后勤为目的的野战演练。休养生息仅二十年的世界，眼下再次陷入浩劫，此时此刻，陆军少将温莱特接到了一生渴望已久的，也是所有陆军将军翘企之至的任命——指挥一个师。

不过，身为第一骑兵师第一旅旅长的温莱特少将所将指挥的，不是这闻名遐尔的第一骑兵师，而是只身赴任一个更为艰难的职位：菲律宾师师长。菲律宾师，系美陆军部署在西太平洋地区最前方的应急部队，菲律宾在当时为美国领土——尽管美国已承诺其未来的独立——美国全权治理该地，尽责抵御一切外来侵略。及至 1940 年，威胁已然明朗，日本帝国军队向着东亚嘶吼碾压而来。

菲律宾师的组成，包括兵力装备差强人意的美军第 31 步兵团，约 2,000 人，其余近 8,000 兵员都是菲律宾本地人，经过精细挑选和严格训练，由美籍军官及几位杰出的士官带队。该师配戴的臂章独具一格：红色的盾牌上嵌着金色的菲律宾长角水牛头。这种水牛系该岛原生，以彪悍、桀骜不驯而闻名。标志的设计意味深长，上级寄望温莱特师以犟倔水牛的体力与决心，凭借传统的军事智慧，抵御外侮，守卫菲律宾群岛。

在第一次世界大战之后，美军便已针对与日本间可能的战争建立了一套陆海联合防卫计划。依据这份“橘色战争计划”（War Plan Orange），菲律宾师将撤退到拱卫着马尼拉湾的、地势崎岖的巴丹半岛，“不惜一切代价”护卫马尼拉湾。按照当时的预计，该师应可坚持六个月，直到美军集结兵力前来增援，并发动反攻。

温莱特与其陆军及海军同僚相信，近岸一线，几场海上恶战必不可免，方能扫清障碍，然后，美军太平洋舰队将挟其火力强大的战列舰、战机林立的母舰，还有满载增援兵力的运兵舰抵达。一应情节，正如好莱坞西部电影《阿帕契堡》的铺陈：守军死死守住阿帕契堡，浴血翘首，终于等到救兵。身为老骑兵的温莱特，太熟悉这套戏码了。

温莱特一接掌菲律宾师兵符，便马不停蹄地视察部队各部，敦促自己，也严令所有官兵强化训练，按部就班，精进固防本务。却不料，本务发生了变化。

1941 年后期，美国征召已经退役的麦克阿瑟将军再次出山，担任远东军司令。温莱特对这位新指挥官再熟悉不过。早在西点军校，温莱特和麦克阿瑟都出类拔萃，曾作为

* This article is reprinted with the permission of *ARMY*, the professional journal of Association of the United States Army. It was originally published in the August 2015 issue of *ARMY*.

各自所属年级的顶尖生而担任学生中的最高职务——军官生旅实习旅长（First captain）。第一次世界大战期间，温莱特服役于第 82 师（著名战斗英雄约克［Alvin York］中士即出自这支部队，该师在 1918 年时尚未具备空降能力），担任一名尽职的总参谋官，与低调的温莱特相比，彼时的麦克阿瑟已是一战中著名的第 42 彩虹师（Rainbow Division）中一名踌躇满志的军官，他头戴打猎扁帽、颈系长围巾，手持短马鞭，风流倜傥，领兵执行攻击、巡逻，以及战壕突袭。一战过后，麦克阿瑟任职西点军校的校长，大力推行改革，后续升任美国陆军参谋长，卸任后不久退役，直至再次入现役率远东军作战。

麦克阿瑟勇敢、聪明、点子多，但也倨傲、自我、爱慕虚荣；他身居其位当仁不让，也胜任其位而他人多有不及；然而太多时候，他的麦克阿瑟风格太过盛气凌人。现在，这位才华横溢但满身缺点的将军，将指挥温莱特及所有其他在菲律宾的美军官兵摆脱危境。一如往常，麦克阿瑟要以自己的风格行事。

日军大兵压境，入侵近在眉睫，麦克阿瑟断然否决了橘色战争计划，认为该计划“因循守旧”，充斥着“失败主义者”的思维。他要大胆防卫，在沿海重要滩头布设新成军的菲律宾陆军部队，准备正面迎敌。麦克阿瑟的盘算是，他的陆军航空队轰炸机群和海军潜艇定能拒敌于海上，使入侵者无法靠近。该计划简报演示得很漂亮，做计划是麦克阿瑟的拿手好戏。但这一次，计划不如变化快。

1941 年 12 月 7 日，日军突袭珍珠港，同时进犯菲律宾。在击溃了美军太平洋舰队几小时之后，日军战机一波接一波，将麦克阿瑟的航空联队炸碎在地面，接着加码重击美国亚洲舰队，将这支处于劣势的舰队击沉于大海。强悍的日军步兵涉水冲上滩岸，毫无作战经验的菲律宾地面部队四处奔逃溃散。眼看自己的部队不堪一击，麦克阿瑟惊愕得不知所措，不做抵抗便将马尼拉拱手让出。此时的麦克阿瑟已经无计可施，他的唯一选择就是重拾起那份人人熟悉的作战计划，电令是：WPO in effect——橘色作战计划生效。

接此电令时，温莱特将军正指挥北吕宋部队，全力阻挡日军的攻势。有人说，最难打的仗，就是面对强敌进逼如何沉着后撤全身而退。尽管数量上占优势的日军残暴追杀，温莱特于 1941 年 12 月成功带领部队退入吕宋岛的丛林之中。撤退途中，他多次与敌人直接交火，身先士卒，沉稳指挥，激励和鼓舞全体官兵。在将军领导下，这支浴血奋战的菲律宾师，以及与他们并肩而战的其他菲律宾应急部队，终于站稳脚跟，建立起最终防线，全军不仅毫发无损，而且斗志高昂。

温莱特最终占住了巴丹半岛，他的士兵们坚守在这个绿色地狱中，翘首等待救兵，但是这一次，形势未曾向纸上计划或周末电影的情节方向发展，“驰援的骑兵”始终没有出现。太平洋舰队早已成为焦黑的残骸，支离破碎地横陈在珍珠港基地。温莱特部众陷入孤立无援。

食物越来越短缺，弹药必须按枪炮数量限制配给，医疗物品逐渐耗光。“瘦皮猴”温莱特已瘦得形销骨立。他坚持每日冒着敌人的炮火上前线巡视。困苦如此，温莱特与其部众顽强地坚持着，这支防御部队什么都缺，唯靠勇气支撑。

1942 年 3 月 11 日，罗斯福总统下令，麦克阿瑟与其家人及核心参谋成员离开了菲律宾。在一个月黑风高的夜间，这一小群幸

运的人先搭乘鱼雷快艇，接着换乘飞机，飞向最后的避难所澳洲。温莱特与其部众留在岛上，继续坚守。

暴怒的日军终于击垮了蓬头垢面的美军部队，美军于 1942 年 5 月 6 日被迫投降。在所属部众焚毁军旗，以及破坏武器装备避免资敌的同时，温莱特恪守职责，发出最后一份电文。温莱特告诉他的三军统帅："人类的耐力有其极限，我们的困守远远超过，再难为继。"

一应部众，遂成囚徒，残忍的拘禁折磨，长达三年半之久。在日军野蛮的对待下，许多人没能挺过去，或许，死亡反而是更为幸运的摆脱。

1942 年 7 月，美陆军参谋长马歇尔上将提议为温莱特颁发荣誉勋章（Medal of Honor），但麦克阿瑟却称此一提议是"严重的错误"。他在写给马歇尔的信中说，如将此一荣耀颁发给温莱特，"将对许多担负几乎同样军事职责的将领们严重不公，他们不仅同样英勇无畏……而且在指挥统御与励兵作战方面表现出众，远高于温莱特将军，故而对于指挥的稳定性以及成功遂行战役的贡献，也更为卓著。"

时至今日，麦克阿瑟这番尖锐的言辞究竟所为何来仍不明确，因为内容与事实完全不符。在保卫菲律宾的战役中，他只去过一次巴丹半岛视察部队，逗留了仅八个小时，也许，他实在没有了解多少。庆幸的是，身为战俘的温莱特对这封风度尽失的书信并不知情。明智的马歇尔将军悄悄将褒扬令草稿收了起来。尔后还有其他机会。

1945 年 8 月，苏联红军解放满洲国，从一处战俘营中发现了温莱特将军，他身板佝

1945 年 8 月，日本横滨，麦克阿瑟（中）与获释的两名战俘：温莱特将军（右）及英军中将亚瑟·珀西瓦尔（Arthur E.Percival）。

偻，形容枯槁，白发苍苍。而其前任上司麦克阿瑟意气风发，他现在是澳洲的救星，菲律宾的解放者，太平洋战争的伟人；甚至他从气数已尽的菲律宾的夜半逃离，似乎也成为麦氏英雄史诗的一篇华章。事实上，麦克阿瑟因此一战役获颁了荣誉勋章。今日，麦克阿瑟的大名响彻于各种文献和纪录片中，铭刻在各种丰碑上，而温莱特只是个注脚，如此而已。

温莱特圆了自己一生最大的心愿，他获得了晋升也有了自己的师，率领钟爱的部队冲锋陷阵。当其他人放弃——或者逃跑——的时候，他继续在乡关万里之外的异邦，困守着最后的防线。在日军横扫太平洋所向披靡之际，温莱特带着他的同伴们却站稳了脚跟。饱受疟疾折磨的士兵、憔悴消瘦的陆战队员、没有飞机的飞行员、失去舰船的水手，还有英勇的医护人员与菲律宾村民，这些人与他一道，书写出一页不同寻常的历史。温莱特没有在其他任何地方颐指气使地遥控指挥,他在他们中间带领着他们,直到最后一刻。

在美国陆军，官兵们不说“再见”(good-bye)，而是“别了”(farewell)，直至彼此再次相见于某处，可能在下一个驻地，可能在海外某场凶险的战斗中，或者，对骑兵而言，可能是往生后在天堂相见于弦歌不绝的“绿野”骑兵场（Fiddler's Green）。麦克阿瑟万万没有想到，他却要在有生之年重

1945 年 9 月，美国纽约，温莱特将军在拉瓜迪亚机场向欢迎的人群招手。

逢温莱特。在 1945 年 8 月 31 日，一个蹒跚的游魂出现在日本横滨一家旅馆的餐厅，狂欢的胜者顿时收敛下来，一位伟人面对另一位更高的伟人。这一夜，麦克阿瑟没有能睡安稳；所有的报道都称，温莱特一如以往，坦然入眠。★

丹尼尔·博尔格，美国陆军退役中将（Lt Gen Daniel P. Bolger, US Army, Retired），曾担任阿富汗联合安全过渡司令部司令及北约驻阿富汗训练团指挥官。在此之前，将军曾担任联三、联五及联七的副参谋长，也曾担任第 1 骑兵师师长，并在“伊拉克自由”作战行动中担任巴格达多国师师长。他是芝加哥大学俄国历史博士，曾出版若干军事著作，现在担任美国陆军学会地面战学院资深研究员。

本 期 词 汇

本刊选登词汇多来自当期或近期美军文章，但在主流英汉词典中未能找到相应词条或贴切译文。一家之“译”，仅供参考。

- Air Force Virtual Education Center = 空军网络教育中心
- BDE / IDE / SDE = 基础/中级/高级发展教育
- CCAF (Community College of the Air Force) = 美国空军社区学院
- command chaplain = 首席随军牧师
- counterforce = 核军事毁伤（冷战术语，与核民事毁伤相对，指其核威慑政策以对方军事力量为主要打击目标）
- countervalue = 核民事毁伤（冷战术语，指其核威慑政策以对方社会设施和民众为主要打击目标）
- cross-domain operations = 跨域作战
- CubeSat = 立方体卫星（立方体卫星是小卫星的模块化、标准化设计，常见标准单元为重量1kg，体积10cm x 10cm x 10cm。小卫星 [Minisat] 是一个总概念，以质重为主要指标有微级 [Microsat 10–100 kg]、纳级 [Nanosat 1–10 kg]，和皮级 [Picosat 0.1–1 kg] 的区分，可统称为 “微纳皮”卫星）
- CubeSat deployer = 立方体小卫星布放器（部署器）
- cyber assured destruction = 网战确保摧毁（衍生于核战确保摧毁）
- deterrence stability = 威慑稳定（特指冷战时期通过互相核威慑形成的脆弱稳定局面）
- dual-capable bombers = 核常双能轰炸机
- first strike = 先发核打击，第一次核打击（严格意义上，first strike 多用于核武器领域，和 second strike or retariatory strike 相对。先发制人打击即 pre-emptive strike 也出现于核领域讨论，但更常见于常规战争讨论）
- GSD (ground sampling distance) = 地面采样距离
- hyperspectral data cube = 高光谱数据立方图
- hyperspectral imaging = 高光谱成像（用高光谱相机捕捉包括肉眼光谱范围之外的更宽光谱，比如红外）
- imaging spectroscopy = 成像光谱学
- MOB (main operating bases) = 主要作战基地
- multidomain operations = 多领域作战，多域作战
- nuclear war-fighting strategy = 核作战战略（有别于核威慑战略 [nuclear deterrence strategy]，前者视核武器为作战兵器，后者视其为威慑兵器，由此构成不同的政治和军事意涵）
- OPIR (overhead persistent infrared) = 越顶持续红外监视系统
- overhead sensor = 越顶传感器
- STEM education = 理工教育，科学/技术/工程/数学教育
- strategic sufficiency = 战略充足性（在核威慑领域，指一方保持的军事力量足以承受对方先发打击而生存下来并施以毁灭性报复，从而威慑对方不敢轻举妄动，同时又不向对方显出攻击性威胁）
- SWaP (size, weight, and power) = （微纳皮卫星的）尺寸/重量/功率
- target-signature exploitation = 提取目标印记
- VJTF (Very High Readiness Joint Task Force) = 北约高戒备联合特遣部队，北约快速反应部队