ASPJ AIR & SPACE POWER JOURNAL
中文（简体）
空天力量杂志
2014 年春季刊 — 第 8 卷第 1 期

本期主题：太空优势

- 战略十字路口的军事太空
  William L. Shelton 空军上将
- 太空采购2013年问题和对策
  Ellen M. Pawlikowski 空军中将
- 正式命名网空武器系统的意义所在
  Robert J. Skinner 空军准将
- 太空态势感知：从保持现状到跨上新阶
  Mark A. Baird 空军上校
- 一个强化导弹预警的低风险方案
  Jeffrey Harris，Gilbert Siegert

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

本期导读

太空优势 2

将帅视角

战略十字路口的军事太空 4
William L. Shelton 空军上将/太空司令部司令

太空采购 2013 年问题和对策 8
Ellen M. Pawlikowski 空军中将

正式命名网空武器系统的意义所在. 17
Robert J. Skinner 空军准将

军事变革

太空态势感知：从保持现状到跨上新阶 27
Mark A. Baird 空军上校

精确至纳秒的 GPS 保障美国在现代战争中的太空优势. 39
Bernard J. Gruber 空军上校；Jon M. Anderson 空军退役上校；

太空优势努力中的行为规范思考 49
Albert C. Harris III 空军上尉

作战研究

一个强化导弹预警的低风险方案 57
Jeffrey Harris, Gilbert Siegert

争鸣建言

北方极地的搜索与救援：空军分内之事？ 67
John L. Conway III 空军退役上校

广域研究

以美国的拉美政策为背景分析中—拉关系发展 79
R. Evan Ellis 博士

以史为鉴

中美盟军空袭日台新竹基地七十周年回顾 94
王宇平博士

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。

太空优势

太空不再平静，这个终极高地如今经常挂带着“更竞争，更拥挤，更抗衡”的令人不安的形容词。随着反卫星武器和信号干扰技术等各种反太空能力的扩散，随着人造太空碎片的不断增多，原本按友好准入环境设计的、本质脆弱的航天器，已经难以在这种挑战四起、威胁渐成“新常态”的太空领域中无忧运行。对美国空军而言，国防预算的无情收紧更是压力骤增。面对新形势，空军太空司令部在谢尔顿将军领导下于 2012 年制定了新愿景：“全球进入，全球持守，全球感知，贯穿二十一世纪。”为实现此愿景，太空司令部进一步规定了自己的使命：“为联合作战界和国家提供具有良好韧弹性及费效比的太空和网空能力。”显然，美国太空作战界眼下面临的挑战，就是如何降低成本，提高生存韧弹性，保持能力，面向未来。空军清楚认识到，消极维持现状的做法已不足以应对当前和未来，要想维持整个二十一世纪太空优势以及联合作战界视为理所当然的太空服务，必须对太空及网空能力建设的几乎每一个环节、每一个领域都重新审视，重新构思和调整。革新的力度，无论是采购思维还是建构方式，将前所少见。

太空司令部司令谢尔顿上将为本刊撰文**“战略十字路口的军事太空”**。这篇思路清晰的文章向我们解说空军太空界在十字路口的艰难抉择，这就是，必须对太空采购结构进行根本性的结构重组，而新的结构必须在所需作战能力、负担能力、韧弹能力这三者之间做好平衡。实现此平衡的途径包括将任务载荷散宿到不同卫星（而非集宿于一颗卫星）;尽量采用成熟硬软件（而非一味追求最新最高技术）；可行的话购置现成（而非专门制造）卫星舱；加大及优化与工商界的卫星研制、发射、维护合作；推广美国制造、国际认购、分承负担、共享能力的国际伙伴合作模式。

太空司令部太空和导弹系统中心司令官伯利克斯基中将为本刊撰文**“太空采购 2013 年问题和对策”**。此文指出，过去的采购原则是“性能第一，进度第二，成本遥遥第三”，而今太空弥漫着拥挤、竞争和抗衡气氛，加上国防预算紧缩，奢华时代一去不返。因此要做好三件事情，一是完成上马项目建成真实能力，二是努力降低研制成本改善负担能力，三是改革旧框架开创新观念搭建未来太空采购结构。作者进一步就如何做好此三件事给出详细的说明，在整体思路上与上文基本吻合。

太空司令部第 24 空军（网空军）副司令官斯金纳准将为本刊撰文**“正式命名网空武器系统的意义所在”**。2013 年 3 月 24 日，空军参谋长批准了太空司令部属下六种网空武器系统的正式命名。此文对这六种网空武器系统，以及各武器系统的负责单位逐一介绍，更为读者分析命名网空武器系统的深远意义。作者指出，空军网空作战归并到太空司令部之下，就是因为现今战争的所有方面，从通信、精确导航和定时、攻击预警、ISR 到 C2 等等，都依赖网空，网空和太空已经密不可分。

“太空态势感知：从保持现状到跨上新阶”一文认为，美国迄今为止的太空态势感知（SSA）着重于跟踪轨道卫星和碎片以防意外碰撞，即所谓维护太空物体目录。但中俄朝伊等国都已具备太空攻击能力和 / 或意向，美国目前 SSA 能力如果做不到实时感知和充分预警，就不足以维

持美国的太空优势。因此美国需要重新构建“太空优势体系”，推动目前的 SSA 能力向太空作战管理 / 指挥 / 控制 / 通信（BMC3）一体化能力演进。

“太空优势努力中的行为规范思考”一文也以中俄朝等国的太空行为为例，说明当今太空正变得更竞争、更拥挤、更抗衡，而且更无规范，严重挑战美国的太空优势。为此，美国责无旁贷应该主导世界制定太空行为规范。但这个过程将极其缓慢，作者认为在此期间，美国应依据该文提议的太空态势感知三合一理论提升太空感知能力以保障美国太空优势。

“精确至纳秒的 GPS 保障美国在现代战争中的太空优势”一文指出，GPS 系统是美军太空优势的一项重大保障。GPS 所提供的定位、导航、报时（PNT）以其无以伦比的精确度，不仅为全球民众提供高质量免费服务，也确保着美军的太空领先地位。然而，新兴威胁和别国太空导航技术的兴起，促使美国启动 GPS 现代化工程，其中一项重要发展是研制出新的军用信号码即具有极强抗扰骗能力的 M 码。作者相信，经过现代化升级后，GPS 可达到纳秒精度，将在长远未来继续保持为全球最优 PNT 系统。

美国导弹预警能力从八十年代启动主要监视远程战略洲际导弹的 DSP（国防支援计划）开始，演进到能同时监视远程战略和中程战区导弹的 SBIRS（天基红外监视系统），再继续向下一代 WFOV（宽视野监视）载荷散宿多卫星结构发展，服务四项使命（导弹预警、导弹防御、技术情报、战空态势感知）的能力越来越强。**“一个强化导弹预警的低风险方案”**一文指出，在向下一代 WFOV 散宿卫星结构转变的过程中，充满各种技术、成本、进度和运行风险，因此必须以采购历史中的多次失误为鉴，对新概念新技术要步步演示严格验收，样机要由简至繁逐步深化。作者据此提出一个低风险逐步增强方案。

北极冰层开始消融，人类在北极地区的活动——资源勘探、商业航运、探险旅游——大量增加，随之而来的，则是各种意外、愚蠢或不幸事件所导致的人类灾难风险的大量增加。**“北方极地的搜索与救援：空军分内之事？”**一文分析这些人类活动近期的可行性，以及搜索救援能力建设的必要性，特别提及美国空军虽具备提供援助的基地和空中资产，但在搜索救援规划中似被边缘化，又因为缺乏与其他军兵种、其他国家和国际组织的协调机制，很可能反应不及。

中国国家主席习近平上任不久，就经美国南下会见拉美十国元首，展现本届中国政府对发展拉美关系的期待。2014 年 1 月拉共体峰会同意成立中拉合作论坛进一步印证了中国的影响力。**“以美国的拉美政策为背景分析中—拉关系发展”**一文从美国政策角度详细分析中—拉关系发展对中—美—拉三角关系的影响和挑战。此文作者是美国著名的中国拉美问题研究专家，曾在本刊 2012 年夏季刊发表“中国拉美军事交往：善意、善做生意、意在战略地位”，可为参照阅读。

发生在 70 年前的新竹空袭，由于种种原因，在海峡两岸的抗日战争研究史上着墨不多，却是二战期间中美空军并肩作战在太平洋战场重创日军的一个辉煌战例。**“中美盟军空袭日台新竹基地七十周年回顾”**一文作者出席了 2013 年 11 月 23 日在台北举行的新竹空袭七十周年纪念会，特书此文，帮助读者了解或重温这场对日完胜空袭战的深远意义。

《空天力量杂志》中文编辑姜国成

战略十字路口的军事太空

Military Space: At a Strategic Crossroad

威廉·L·谢尔顿，美国空军上将（Gen William L. Shelton, USAF）

美国空军的未来太空能力正处于战略十字路口。在此路口，我们必须确定如何保护攸关国家使命的关键卫星网，如何挑战传统的采购做法，我们还要分析制定新的运作构想，思考怎样扩大国内外太空合作。我们的军事卫星堪称技术奇迹，能够保持关注时敏事件和地区，做到全球进入，全球持守，全球感知。这些太空信息系统不仅为我们的联合部队提供基础性的、足以改变游戏规则的作战能力，而且已成为国际社会和世界经济的重要资产。我们的国家依赖这些太空能力而占据强大的优势，某些国家则力图缩小这些优势。我们的卫星以平安太空为运行环境设计和建造，现在却不得不在越来越恶化的空间作业。那么，我们所面临的挑战是，既要确保能在我们所选择的地点和时间提供这些关键服务，又要努力降低成本。

GPS = 全球定位系统
SBIRS = 天基红外系统卫星（网）
AEHF = 先进极高频卫星（网）

自 1991 年 1 月“沙漠风暴”行动开始以来，美国空军一直在连续作战。当初的一些做法现在已经难以想象，例如，在全球定位系统（GPS）启用不久但还未组建成网的时候，为了利用这种新兴的导航能力，我们居然是用胶带把 GPS 接收器粘贴在直升机的挡风玻璃上。因陋就简的另一个例子是，我们当时只能用语音传送导弹预警信息，向自己的部队和友军发送伊拉克发射飞毛腿导弹的警报。从 1990 年代初期的战争中，我们深切认识到必须把太空能力进一步纳入战术行动。

随着 GPS 卫星网的实用性增强，我们发展出与作战将士实时整合的能力。我们的

GPS 用户操作中心每天向既定使命和紧急任务策划人员提供超过 230 个位置精确性评估。现在的天基红外系统（SBIRS）也比第一次海湾战争时期的预警能力有显著改善。采用红外侦测技术的 SBIRS GEO-1 和 2 号卫星可更快更准确地向作战将士提供敌导弹发射信息，对弹着点的预测也更加精确；SBIRS 的凝视传感器则极大增强了我们的战空态势感知。

整个联合部队现在所有的作战行动，从人道救援到大规模作战，都依赖太空资产。曾几何时，太空资产生成的信息只是战略层面用户的专属，现在已可下传到最低的战术层级。但是这种依赖性也伴生出相应的风险或者说脆弱性。

当我们在战争熔炉中磨练并积累经验教训的同时，旁观者大有人在，并从非常不同的角度学习战争。当我们继续投入巨大努力把太空数据整合到作战行动的各个方面时，我们的对手却在努力思考如何破解这种非对称优势。在种种反太空的努力中，一个最明显的例子，是中国 2007 年进行的反卫星武器试验。在这项试验中，他们用一枚动能拦截武器成功击中一颗废弃的中国气象卫星。中国固然向世界展现了其反卫星武力，但不幸的试验副产品却是成千上万的太空碎片，对未来几十年中在太空航行的有人和无人航天器构成危险。

太空碎片的增多，是军用、民用和商用等所有航天器运营者关切的问题。铱星集团一颗在轨通信卫星与前苏联“宇宙”系列一颗报废卫星的对撞，产生了另一片碎片场。这只是两个较大物体因着时间的精确巧合而轰然相碰，太空中还游荡着数量众多的更小物体，对脆弱的航天器构成灾难性的风险。随着更多潜在碰撞事件发生，可能造成更多的碎片，在低地球轨道区造成骨牌效应。因此，我们必须控制碎片的产生，而且必须加强对碎片的追踪能力，尽一切可能避免碰撞事故。

另一种令人担忧的趋势是信号干扰技术的扩散。GPS 干扰器已经广泛可得，对我们使用 GPS 导航和定时信号的武器与平台带来困扰。卫星通信干扰器也四处可见，在我们最需要超视距通信的时候动摇我们对通信的信任。

对我们的太空能力，还有其他诸多威胁，有的已经生成，有的正在努力研制之中。因此，更广泛认同的观点是，随着各种反太空能力的增强，加上碎片威胁的不断增多，太空不再平安，环境正在恶化。很明显，原本按很友好准入环境设计的那些航天器，已经难以在这种挑战四起、威胁已成“新常态”的太空领域中有效运行，对此我们不可再抱幻想。

勾画战略十字路口的另一个重要因素是预算紧缩。虽然未来实际预算数字有多少尚无定数，但可以肯定地说，高额预算的年代已经一去不返。如果我们想继续为作战将士提供基础性太空服务，就必须找出更经济可行的方案来取代当前的做法结构。

为便于理解，首先了解一下在当前的结构中，我们是如何就建造高度复杂和昂贵的卫星作出决定的。因为发射成本如此巨大，商业案例分析表明，我们必须将尽可能多的任务装置搭载到每一颗卫星上，是以获得最高收益。SBIRS 卫星系列和“先进极高频”（AEHF）卫星系列等，都是出于这种设计理念，舱内塞得满满当当，诸种任务尽量整合。此外，在建造这两个系统的过程中，我们极力要求采用一些最新技术，造成代价巨大的非重复性工程设计和制造成本，且工期相应延迟。

这些航天器研发期的挑战已经过去，但是生产阶段的成本，如果用更高效的采购框架来衡量，依然非常昂贵。

上面谈到的两个关键因素——太空环境急剧恶化，以及国防预算不断紧缩——都在振聋发聩地警告我们：改革已成当务之急。当我们在此特定时期将这些因素结合在一起看待，就能清楚认识到，维持现状的做法根本不足以应对未来，要想保持太空优势以及联合部队已经视为理所当然的太空服务，我们必须构思出新的未来框架来替代现有结构和做法，而这些替代解决方案必须在所需作战能力、负担能力、韧弹性这三者之间做好平衡。

韧弹性是我们面对上述不断增长的太空威胁所必须具备的生存能力。如果我们的太空资产受到攻击，我们的结构体系，无论是作为冲突的前锋，还是作为陆地对抗过程的组成部分，都必须具备足够的韧弹性，才能确保胜利。一个设计脆弱的结构，极难维持生存，难免被巧合的流弹击中要害，一旦发生，可能损失关键的资源，在我们急需此能力时无计可施。例如，AEHF 卫星是按照最极端环境——“超核”和“后核”环境——所设计的，为总统和国防部长提供指挥和掌控必要武装力量的手段，以确保国家的生存。按照目前的设想，采购的数量只要能组合成最小规模的卫星网即可，根本不具备遭受攻击后尽快恢复所需的韧弹性。还有，正如一颗流弹就能使我们陷入困境一样，卫星网中任一颗卫星意外失灵也可能造成麻烦，说明在这方面我们也缺乏韧弹性。建造替补卫星需要数年的时间，费用亦极高昂，因此建造备用替补卫星不是可行之策。

虽然购买多颗同型号卫星可以增强所需的韧弹性，但我们正在思考一些成本更低的概念。第一种概念称为载荷散宿。仍以 AEHF 为例，这个系统目前的做法是把承担战略和战术保护通信的所有载荷集宿在同一颗卫星中，该卫星因此体积庞大而且高度复杂，而体积和复杂程度又是抬升设计和发射成本的因素。如果把这两类载荷分别散宿到不同的卫星中，就能获得三项收益：(1) 降低复杂性，从而降低成本；(2) 缩小卫星体积，从而只需要更小的助推火箭，并且降低成本；(3) 增加卫星数量，至少使敌人攻击我卫星的图谋更加困难，亦即我们应对国际敌对攻击威胁的韧弹性稍有增加。载荷散宿的另一个潜在优势是可以把某些载荷寄宿到其它平台上，例如商用卫星中，在这方面已有把红外侦测载荷寄宿到商用卫星的先例。军方与工业界更多的类似合作正在进行之中。

我们认识到，工商界可以承接军事卫星载荷和采购任务，把军事能力送入太空，这种做法不仅灵活而且有助于改善军方的负担能力。我们也在继续探索其他的途径，并已在接触这些行业，探讨如何改进合作增强合力，共同利用快速演进的太空领域。

要使这种做法现实可行并可负担，还要求我们严格遵守优先采用成熟高科技现成硬件的原则。当优先采用现成硬件时，在某些领域的技术更新改造有其必要，但我们不可象过去那样一味追求最高最新技术。我们的“太空现代化项目”基金将有助于催熟有关的传感器设计、通信套件及软件技术，从而为下一步硬件项目的实际开发提供更经济可行的选择。在未来预算中我们必须保护太空现代化项目资金不受影响，让项目经理们能选择到更合理的替代设计。

我们不仅在考虑小尺寸卫星和小助推器，还在思考从市场采购现成的卫星舱，来取代为每颗军用卫星特别研制专用舱体的做法。这进一步为直接使用商业卫星飞行控制软件创造了机会，从而免除每个新军事卫星系统软件和地面站的开发努力。自不必说，我们需要继续开发与载荷相关的软件，但是直接购买现成卫星舱和地面控制软件的做法既简便也节省，值得探索。

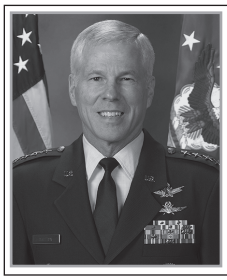
由于航天器生产时间很长，先期决策时间也相应较长。SBIRS 项目的 5-6 号卫星、以及 AEHF 项目的 5-6 号卫星都已上马生产。假设这些航天器在 2020 年代中期达到设计寿限，那么在此之前不需要发射替补卫星。然而，这也意味着我们必须在 2017 至 2018 年间，就替补卫星的采购做出决定；而有关其结构设计指示的预算决定则必须在 2015 或 2016 年做出。

显然，在未来几个月中，我们将就如何以较低成本获得韧弹性更好的必要太空能力开展认真的讨论。太空和导弹系统中心目前按合同正在开展数个研究项目，以为这轮讨论提供实证数据；我们还必须获得一份商业案例分析，和一份技术可行性判定分析。但是所有的迹象都表明，我们可以做到把负担能力和韧弹性良好结合来获得必需的太空能力。

在一些关键的太空任务领域，我们通过国际伙伴合作，可以帮助减轻预算压力，同时加强与这些合作伙伴的战略关系。建设伙伴合作关系能提升各自的能力，并共同担当国际安全责任。例如，我们在一项保密高生存卫星通信项目中，一直与加拿大、荷兰及英国紧密合作。澳大利亚已承诺参加宽带全球卫星通信项目，并同意让用于增强太空态势感知能力的传感器寄宿于其认购的卫星中。我们与其它国家的伙伴合作及与业界的商业合作，都有助于提升我们的运作能力，改善我们的太空能力，分担我们的成本负担，并且扩大我们的全球存在。

总之，有很多工作等待完成，而时间有限。我们开始审议对整个太空结构进行根本性的结构重组，正在征求各方意见。无论如何，面对太空的新常态和预算的新形势，寻求新结构来取代现状正是逻辑的选择，别无他途。让我们好好保护太空现代化项目基金，让我们踏踏实实研究对策，让我们用数据来开展讨论。

在本世纪中，美国面对越来越多的接近同等或者同等能力的国家，对我们的太空优势感构成挑战。为了保持美国的优势锋芒，我们必须继续引领太空创新。明天是以我们今天制定的愿景为开端。我们必须抓住目前的机会重塑太空环境，维持全球能力，保持美国在太空的非对称优势。♣

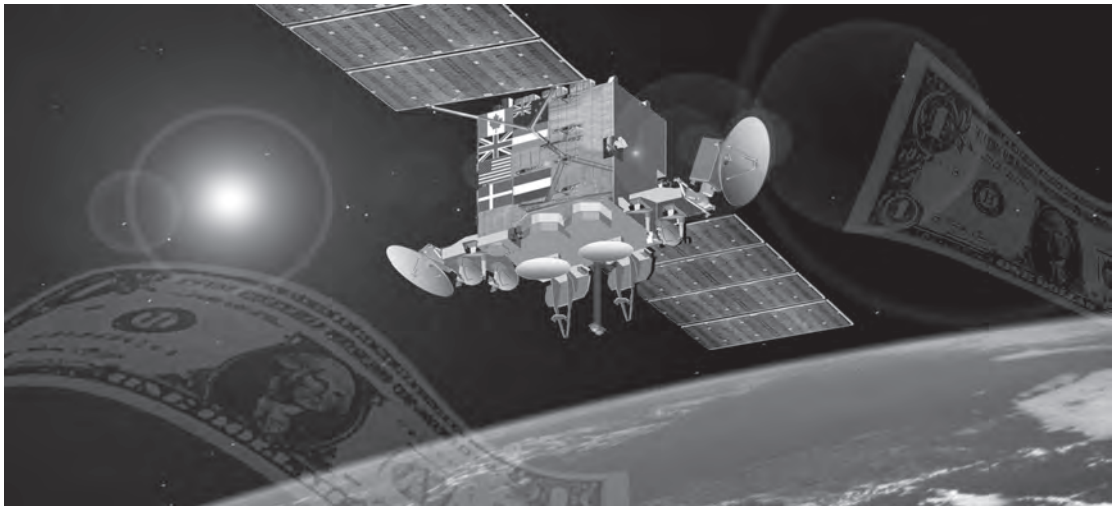


威廉·谢尔顿，美国空军上将（Gen William L. Shelton, USAF），空军军官学院毕业，空军理工学院理科硕士，国家战争学院理科硕士，现任驻科罗拉多州彼得森空军基地的空军太空司令部司令，负责组织、装备和训练太空与网空部队，保持战备使命能力以支持北美空防司令部、美国战略司令部及全球其他作战司令部。谢尔顿上将监管空军网络运作，管理全球卫星网络的指挥与控制、通信、导弹预警及太空发射设施，并负责太空系统的研发和采购。他领导派驻全世界 134 处场所的 42,000 余名专业人员。

太空采购 2013 年问题和对策

Space Acquisition Issues in 2013

艾伦・M・伯利克斯基，美国空军中将（Lt Gen Ellen M. Pawlikowski, USAF）



太空系统采购出自国家安全需要，始终充满艰难挑战，是不折不扣的火箭科学！我们对太空领域的利用，取决于我们如何应用可得的尖端技术打造自身太空能力。而要想达到必要的太空技术水平，就要求巨资投入和零错容许。运载火箭的任何微小瑕疵都可能导致航天器坠毁；航天器的任何故障都可能导致脱轨报废。卫星发射是一个不可逆转的过程，操作中稍有不慎，就会造成难以承受的重大损失和严重后果。从伯纳德・施里弗将军领导的“校舍帮”的年代，到太空和导弹系统中心一路走来的 2013 年，太空采购始终需要一支敬业尽职技术过硬的专业团队，以及大量的资金投入。

GPS = 全球定位系统
AEHF = 先进极高频卫星（网）
Milstar =“军事星”卫星（网）
WGS = 宽带全球通信卫星（网）
SBIRS = 天基红外系统（网）
CDRL = 合同数据需求列表

二十一世纪的太空采购继续有许多不变因素或常量，同时出现了一些重大变量，迫使我们调整购置太空系统的方式。2013 年的国家安全环境迥然不同于 1947 年，甚至大异于 2005 年。首先，我们的太空系统对现今国家安全运作已经是绝对重要。全世界都必须依靠天基能力开展自然灾难和技术灾难后的人道救援，包括评估损毁和跟踪地面事态，近期例子就有印度洋海啸、克什米尔地震，以及日本核反应堆事故。天基能力能迅速地提供实时地图和高分辨率图像，为紧急救援提供重要支持；这些能力也有助于开展后勤运作、人员安全、物资分发、交通运输，以及搭建通讯网络和难民营。

我们的军事作战行动也越来越依赖天基能力。恐怖组织于 2001 年在美国发动攻击之后，我们立刻向阿富汗部署了精锐小部队，支援反塔利班的阿富汗战斗人员。这些小分

队携带仅重 2.75 磅的轻质精确全球定位系统（GPS）接收器和卫星通信设备，用以判定敌目标位置，然后呼叫我军实施摧毁性空中打击。GPS 制导炸弹具有很高的精确打击能力，因此大幅度减少为摧毁目标所需的飞机架次，使过去的越战打法相形见拙。在越战中，我们的陆军士兵们必须查看地图，确定我军和敌军的位置坐标，然后释放烟雾，让前来支援的飞机知道他们的位置。无论是海啸灾害救援行动，还是阿富汗作战行动，没有太空能力，我们就无法完成使命。

另外一个变化是，我们的卫星和太空系统所运行的物理环境现在弥漫着拥挤、竞争和抗衡气氛。目前有 60 多个国家和商业集团的卫星在太空中运行，39 个国家的公民亲历太空飞行。在全球 190 多个国家中，超过 120 个国家现在至少拥有一颗卫星的部分所有权。目前在轨道上运行的卫星至少有 1000 颗！此外，主要有两个事件导致太空碎片的数量在过去 6 年中大幅度增加。第一个事件在 2007 年，当时中国为试验其反卫星武器而击落自己的一颗报废气象卫星。这次试验产生了 3000 多片可追踪的碎片，以及数以千计的无法追踪的小碎片，这些物体将在未来数十年，甚至数百年，对其他卫星造成威胁。第二次事件是在 2009 年，当时前苏联一颗废弃的通讯卫星撞到铱星集团的一颗在轨卫星，导致约 2000 块可追踪的碎片散落在地球上空周围，并产生大量无法追踪的小碎片。更令人担忧的是，目前太空中估计还有成千上万的无法追踪的小碎片。太空中的这些物体以每小时 18,000 英里的速度运行，不需太大，一个碎片、一次撞击，就能致脆弱的卫星于毁坏。除了物理世界中的威胁以外，网络空间也正成为可能对我们的太空资产发动毁灭性攻击的领域。

再者，我们用以购置和维护太空系统的预算在缩减。过去我们就太空系统做决定时，总是本着“性能第一，进度第二，成本遥遥第三”的原则；现在我们不敢再有此奢望。负担能力成为我们采购规划和需求讨论中的首要考虑。形势的变化对太空采购来说，既是挑战，也是机遇。

太空系统采购的必做之事

这种环境使得当今的太空系统采购必须做好三件事情。首先，我们必须继续推进已经上马的卫星和太空系统开发项目，使之变成真正的太空能力。我们已经向这些项目投入数年甚至 10 多年的时间，现在投资收获在即，不可荒废，必须坚持完成建造这些卫星和相关系统，安全发射，精确送入轨道，交付第十四空军运行。第二，我们必须积极寻找能降低这些系统成本的机会。我们必须探索各种开源节流途径，精简和压缩生产和监督机制，总之，我们要确保每一块钱都用在实处。当然，为保障使命成功，我们必须坚持严格标准，但同时要杜绝那些对使命成功没有实际价值的可有可无的东西，必须挑战“过去一直都是这么做”的习俗。第三，我们必须探讨未来提供太空能力的新构架和新设计。我们必须针对不断变化的威胁环境，重估基本的构架和运用观念，应对挑战，在这个竞争、拥挤、抗衡的太空领域中把握机会。

现行的太空采购做法和项目与上述必做之事迎面冲突。在保密卫星通信（SATCOM）项目方面，我们按计划将在 2013 年第四季度建成和发射第三颗先进极高频卫星（AEHF）。不久，我们将有三颗 AEHF 卫星投入运行，覆盖地球南北纬 65 度之间的范围。到 2015 年 6 月，AEHF 卫星网预计将达到初始运行能力，与前辈“军事星”（Milstar）系统相比，

新系统向作战将士提供的通信量将增加 10 倍。[1] Milstar 的数据传输速率为 40 Mb/s，AEHF 超过 400 Mb/s。我们将继续利用 Milstar 的能力，因为 AEHF 卫星具备向后兼容能力，已与 Milstar 交汇链接，共同为美国及其盟国提供整合的保密通信网络服务。加拿大、荷兰和英国是该项目的国际伙伴国，预计分别在 2013 年 7 月、2014 年 3 月和 2016 年 5 月获得预定的初始运行能力。

在宽带通信项目方面，我们于 2013 年 5 月发射了第五颗宽带全球通信卫星（WGS），并将于 2014 年初宣布达到全运行能力，这将为美国和国际伙伴用户提供前所未有的宽带通信。我们还按计划在 2013 年第四季度发射第六颗 WGS。WGS-6 是国际伙伴关系计划的一部分，也是 WGS 第 2 批次三个航天器的最后一颗，由澳大利亚政府认购，以此作为交换来获得一定百分比的 WGS 带宽。该计划的下一步是预计在 2015 年 8 月发射 WGS-7，以进一步增强此卫星网能力。我们还计划发射 WGS 8-10 号卫星，将一个新型宽带数字信道器送入轨道，这将在原有系统基础上增加几乎一倍的容量。和 WGS-6 一样，WGS-9 已由国际伙伴认购，新西兰、加拿大、卢森堡、丹麦和荷兰通过这种出资来获得卫星的宽带使用权。

到 2013 年底，全球定位系统 GPS IIF 项目将完成其 12 颗卫星的生产。我们计划在 2013 年 10 月发射一颗 GPS IIF，在 2014 年发射三颗，在 2015 年发射两颗，最后两颗卫星于 2016 年发射。我们还预计下一代 GPS 控制段第 1 批次卫星于 2016 年开始过渡到运行阶段，这将提供 GPS III 的发射和模拟、以及遥测、跟踪和指挥能力；它还将保障 GPS II 和 III 批次卫星的在轨能力，包括控制 L1 C/A，L1 P(Y)，L2 P(Y)，L5 和 L2C 的信号。[2]

在预算紧缩环境下改善负担能力

与此同时，我们千方百计降低这些系统的成本使我们能负担得起。过去几年来，国家分配给我们的预算不断缩减，我们在努力寻找革新和创新途径，以确保继续向部队将士和国家提供他们每天依赖的天基能力。随着多个项目正从研发阶段向生产阶段过渡，我们正在调整对战略和战术观念的思维方式。我们还重新评估了很多程序和做法，既要优先确保使命成功，也要尽可能提升任务效率。

项目从研发阶段向生产阶段过渡

我们的几个关键项目已经从产品研发阶段向生产阶段过渡，从中应可发现有助于改善我们负担能力的很多机会。其中一例是天基红外系统（SBIRS）项目中 2008 年合同规定的第二批次同步静止轨道 / 高椭圆轨道（GEO/HEO 3-4）卫星。由于 GEO/HEO 1-2 号卫星与 GEO/HEO 3-4 号卫星合同之间间隔 12 年，一些技术和程序开始过时，促使政府部门加强监督及增加与合同商的互动。但是通过这些紧密互动，我们也开发出有助于减少生产成本和提高节省效益的各种改进。我们准备对 GEO 5-6 号卫星继续采用批次采购策略，借助订货量取得更好的成本效益。并且，除了一个完整的地面系统需要重新研制之外，将考虑充分利用已经入轨的所有航天器 / 有效荷载的技术。虽然与部件老化有关的挑战继续存在，有些部件需要做全新设计和投入先期采购方面的努力，但毕竟现在是采购同一型号的第五和第六颗卫星，我们要求合同

规定固定价格和固定目标要求，应可实现节省效益。

GPS III 项目采用在研发过程中建立的流程。目前 GPS III-1 号卫星正处在完成开发整合和测试期间，预计完成日期在 2014 年第二季度。同时，GPS III-2 号卫星目前处在生产线初始阶段，将于 2013 年 7 月开始组装、整合和测试。GPS III 3-4 号卫星已签署合同，并开始组装层级的生产。GPS III 5-8 号卫星的长研发期部件的采购也已签合同，生产合同预计将于 2013 年签署。由于 GPS III 项目采取固定的要求、成熟的研发和测试方式、现成的生产流程，以及合格的供应商，非常有助于鼓励投标方采用固定价格加奖励和固定要求的标书方式，从而把合同数据要求清单从 115 张减少到仅 20 张。

AEHF 项目目前也全面进入生产阶段。就像 SBIRS 一样，我们注重采用批次采购方式和运用现成生产做法，以缩短时间和降低单位成本。

对程序和生产流程精益化

我们在很多重要的项目中引入了精益化程序和生产流程，积极推动技术革新和改进，以提高效率。我们的 AEHF 项目办公室与合同商洛克希德·马丁（洛马）公司合作，为 AEHF-5 和 AEHF-6 制定出新的生产进度表，从 73 个月分别下降到 63.5 个月和 71.5 个月。我们还努力简化整个过程，包括取消了多项机械重配和飞行器重新定位，以及进一步优化了测试流程。

对于 SBIRS 项目，由于生产数量少，以及前后合同之间间隔多年，我们正在努力解决因此带来的挑战，尽量使新合同签署与前批次卫星交付保持衔接，从而能够保留住同一批生产团队和工艺能力。例如，我们在时间上做到在 GEO/HEO 3-4 号卫星的生产接近收尾时，安排 GEO 5-6 号卫星的生产进入高峰，前者的人员逐步调往加强后者，从而维持生产线的平稳工作节奏。

更具体地讲，我们在管理 SBIRS 项目的生产中，实施了多项精简流程和削减成本的措施。GEO-3 卫星因采用同一生产流水线而节省了名副其实的 430 万美元！这些节省效益，是在政府部门、工业界和各分包商团队成员通力协作下，才得以实现。大家紧密合作，推行了数项改进措施，包括提出 21 条建议，使同一生产流水线的生产时间减至约 70 天左右，并简化了卫星的装配流程、机械运转、测试准备和实施。减少设备热循环和动力振动测试也节省了一些资金。[3] 我们把电子 / 机电装置的热真空循环保持在最低程度的三次，每台装置的每个热循环平均节省约 18 个小时，总计减少 4 个循环，为日夜连续运作进度的关键路径节省了三天时间。

诺斯罗普·格鲁曼（诺格）公司作为有效载荷集成商，在 GEO-4 卫星的测试中重复使用 GEO-3 的硬件，为我们节省了 130 万美元。该公司利用全集成 Flight-3 有效载荷控制装置先后测试了 GEO-3 和 GEO-4 的有效载荷，这样做消除了诸如有效载荷控制装置盒子的包装和运输，以及测试装置的重新整合。

在 GPS IIF 项目中，我们立足精益化工艺和生产原则，采用了脉冲线生产方法。[4] 我们对四个组装和测试工作中心的每一个进行了不间断的连续评估和平衡调整，确保任何一个工作站都没有生产瓶颈。其结果，我们从 GPS IIF 项目的头两颗卫星，即 4-5 号卫星的生产全过程中，节省了 96 天的时间。

在 GPS III 项目中，我们引进并完成了 59/59（100%）生产准备设计审查，优化了建造流程。我们使用 3D 模型，用数字化实时展现制造整合组装和测试的衔接，由此减少了制造工作指令 70-83%。

减少和取消不必要的测试

为进一步降低这些系统的成本，我们减少和取消了多项不必要的测试。通过总结和汲取 SBIRS GEO-1 研发过程中的经验教训，我们得以将 GEO-2 项目的预计时间减少了 55%，将整个进度期缩短到 105 天，特别是大幅度减少了 GEO-2 中的后期软件研发和测试时间，因为这些软件先前已获使用。在 GEO-1 建造过程中，直到第五测试版才达到我们对系统的全套性能参数，但对于 GEO-2，我们计划以三次测试版就达到性能指标。我们还减少了传感器校准总次数，有信心做到一次校准就通过。而且我们取消了为 GEO-2 测试计划准备的可有可无的背景采集。还有，我们正在缩减 GEO-2 的试运行期。当初建造 GEO-1 时，考虑到这是该系列的第一颗卫星及其地面系统，因此将试运行期设为 60 天。GEO-2 则是这个系列中的第二颗卫星，我们对其有效载荷已有良好的了解，因此准备将试运行期减为 30 天。

我们还利用此前从 GPS IIF 项目中汲取的经验。通过建造这个卫星系列中的前三颗，我们对结构完整性有了充分的信任，因此在其后 4-12 号卫星的建造中敢于取消声学测试，这相当于为后来每颗卫星的生产流程节省约 15 天时间。与此同时，对 GPS III 的建造，我们通过在测试、详细工程和样机使用等方面注意精简和利用先前经验，将整个建造周期减少了 57%。

我们的 AEHF 项目办公室和洛马公司共同审查了测试项目，找出了多项可缩短和削减的地方，提高了效率，从而缩短了卫星舱、有效载荷，以及卫星整体测试的单线进度流程测试。我们还取消了卫星整体异常检测和分辨率测试，因为这些测试可以安排在联网的 AEHF 系统测试床工具或有效载荷工程模型上运行。

削减不必要的和耗资的监督

除了对建造过程进行精简优化，我们对人力资源的管理也加以检视以提高效率。项目运营计划（POP）定义并描述每个项目实施中政府与合同商之间的互动和信息交流要求。我们在一些 POP 中要求减少正式会议 / 审议频率，精简政府与合同商之间非正式的互动。这些 POP 文件还就会议、作用、责任，这类会议的授权，以及政府与合同商之间非正式会晤要求等，都列明要点，做出规定。

我们的 WGS 项目办公室努力减少人员数量，引入商业部门的方法生产 WGS 系列 7-10 号卫星。空军权衡了这个卫星系列的生产成熟度和技术风险重复性的可接受程度，认定 WGS 7-10 的生产可以借用类似商界的采购方式。这样，我们与波音公司按不变固定价谈定 WGS 7-10 的生产合同，主要依靠波音的系统工程、管理、生产、测试和早先在轨卫星活动的商业流程。与传统的国防部卫星采购模式相比，这种“商业”模式虽然在与合同商的互动上有所限制，但作为交换，WGS 项目办公室得以向波音工厂派驻一个 7 人现场小组。这 7 名政府雇员能全面接触波音的数据，参加各种会议，但他们的主要职能是识别风险。这样的安排，加上关闭 Block II 项目，使政府项目办公室减少约 40% 的人员。此外，因为采用波音的商业流程，我们得以

将对生产和政府特定的审核评估，如项目管理和使命确保评估等，减少到几乎为零。WGS 项目的设计极为稳定可靠，我们因此在削减政府监管方面有相当的灵活性。这也有助于波音公司节省其“常备军”的费用，而照样交付保质保量的卫星产品。

减少报告要求

我们还大幅度地减少了对合同商的报告要求，使成本下降。我们将集成基线指标评审活动精简为一天会议，并取消了发生偏差必须报告的门槛，现在合同商仅需报告他们认为将对合同产生重大影响的偏差。

此外，我们还在很多项目中大量削减合同数据要求清单（CDRL）的数据项数量。[5] 为了减少数量，我们编制了数据登记入册清单，以此作为“按需”向政府交付技术评估和产品的一种机制。我们保持了一个精简的项目现状 CDRL 清单，监督财务和小企业 CDRL 中的疏忽，并将重点放在目前的需求上，避免受过时合同义务的约束。这样，我们减少了 SBIRS 项目的系统工程设计和整合过程中的 CDRL 数量，从 46 项减少到 9 项。这进一步使我们增加灵活性，有时间处理那些具有决策性信息的紧急需求。在 AEHF 5-6 号卫星项目中，我们减少了 CDRL 总量的 48%，并从 AEHF-4 项目中减少了要求政府批准的 CDRL 的 44%。在 GPS III 项目中，我们把 CDRL 从 115 项减少到 20 项。

引入竞争机制

引入竞争是我们降低太空系统成本的又一条途径。我们严格遵照国防部长采购、技术与后勤办公室的更优购买力倡议，实行全面公开的竞标，有力降低了 GPS 控制段维持合同的价格。由于该系统处在其周期的运行和维持阶段，我们决定采用价格最低而技术上能接受的合同中标策略，选择固定价格合同，这样，各方对合同要求有一致的明确理解。结果实际合同额为 1.19 亿美元，比政府预算 / 成本估算的 1.87 亿美元节省了 6,800 万。

我们还为指挥控制系统（CCS-C）的综合生产和维持合同（CPASC）进行招标。这项合同包括 WGS 6-9 号卫星的 CCS-C 生产、AEHF 3-5 号卫星的生产，及开发研究和维持等活动在内，整个 CPASC 合同的估价是 1.99 亿美元。但是，我们对合同费用项目主要采用了固定价格加奖励，对一些合同费用项目设定了封顶值以防政府预算超支，并同意对节省的费用奖励按 50/50 分成，在提出这些措施之后，竞标中选的是为期 6 年的议定合同，包括选项在内的总价为 1.33 亿美元，节省高达 6,600 万美元！

合并基础设施项目与合同

我们努力通过合并基础设施项目与合同来提高效率。在 SBIRS 地面系统项目中，我们在 2012 年 11 月为全部地面基础设施项目实施了“增量 2 完成”计划，将 Block-10 版的基础设施项目重组为四次增量交付，在科罗拉多州巴克利空军基地一次性通过项目执行官验证，并对此基地的主要运行中心（MCS-2）和在科罗拉多州施里弗空军基地备份运行设施（MCSB-2）同时举行投运验收。[6] 在这个项目下，我们把巴克利空军基地（国防支援计划）、施里弗空军基地（HEO-1 和 HEO-2）的 SBIRS 卫星指挥控制运行，以及临时测试中心（GEO1 和 GEO2）全部合并到 MCS-2 和 MCSB-2 中。这让我们能在测试过程初期就把地面和系统测试活动结合起来，并按照空军运行测试和评估中心的要求对测试

和验证程序进行优化精简。此外，因为并入了模拟器数据，我们能更早在运行环境中发现缺陷，能提高飞行测试资产的使用效率，使系统测试资源更可靠。另一项重大合并努力是签署轨道运行后勤保障（COOLS）统一合同，即把支援国防卫星通信系统、Milstar 系统，以及 AEHF 卫星网的当前保障项目全部并入同一个合同，因此提高了效率。而合同商也可以在包括军事卫星通信、SBIRS 和 GPS 系统在内的更广泛的计划中配备和共享其各部门专家，以获得更高的效率。通过效率的提高和项目范围的削减，我们的团队预计在 5 年期 COOLS 合同结束时能降低成本 35%。

目前的合同执行中重复工作问题很严重，因为没有任何一家单一的合同商对东部和西部发射区整体系统性能负责，每当不同合同商同地工作时就需要政府介入协调。[7] 为了消除其中一些重叠，我们与第 45 和第 30 太空联队一道，准备选择一家合同商，由它统一负责发射和测试场系统（LTRS）一体化支持（LISC）的运作、维护和保持合同（LISC OM&S），金额超过 25 亿美元，覆盖今后 10 年。经此努力，将提高东部和西部发射区的任务有效率并生成节约效益，以便我们把节省的经费再投资到发射区建设中。

根据 LISC 合同，由一家合同商负责保持发射区“绿灯”（或“发射准备就绪”），政府只需责成一家供应商对系统性能达标负全责，并承担系统性能不达标的全部风险。这种结构允许中选的合同商认真优化人力安排，努力满足任务要求，以增加自身利润，同时提交能满足政府要求的系统。在 2013 年 3 月底，我们向业界公布了 LISC OM&S 的招标书，并于 5 月 30 日开始评标，预计于 2014 年第 2 季度公布中标结果。

筹划未来

通过目前的各种努力，我们有望下一个 10 年中继续提供目前的能力。但是 10 年之后将会如何？弥漫着竞争、拥挤和抗衡气氛的太空环境还在继续变化，我们也必须改进我们的做法结构，才能保持美国的太空优势。在笔者与他人合写的、发表在空军《战略研究季刊》的文章“太空：破坏性挑战、新机遇和新战略”中，[8] 我们详尽阐述了我们的观点，要点如下。

传统上，由于发射成本极为昂贵，我们采取的策略是在每一颗卫星内集中放置或集宿多种任务装置。现在太空中已建设成稳健的卫星星座，可利用的中型商业发射市场也日趋繁荣，我们将关注和利用新的商业太空交易，以减少我们自身的任务负担，把这些任务装置散宿到多次发射的卫星中。这样做在多方面对我们有益。首先，我们的前期成本大幅度降低。传统的大卫星，包括卫星本体重量和燃料，发射重量可达 1 万磅。卫星的体积越大、越重、需要的功率越大，整体成本的标价就越高。如果利用寄宿于在轨宿主航天器上体积远更小更轻的免费飞行装置或载荷，我们能大幅度地削减通常与传统项目有关的费用。当我们在行动层面要面对意外情况时，可以不必等候上级的批准，而拥有迅速决定的灵活性，并可能更经常地将最新技术送入太空。

利用商业市场上的商用卫星舱，能进一步削减成本。政府过去强调每次发射都要使用独一无二的卫星舱，但保养和维修多个独一无二卫星舱的成本非常昂贵。诚然，在太空探索的初期，我们不是出于偏好，而出于需要，不得不研制出多种独一无二的航天器，但现在，竞争激烈的商业市场上已有历经太

空航行考验的成熟卫星舱，可供我们购买刚下组装线的成品。取消非重复性工程研制，同时取消与这些独一无二卫星舱相关的昂贵知识遗产和保养，将为我们节省巨大成本。

通过合作项目和共享能力来利用国际太空市场，也有助于我们进一步降低成本，同时也强化国际伙伴关系。如上所述，WGS-6 和 WGS-9 卫星通过国际分担费用，允许我们把更多的卫星系统送入太空，而且我们都能从增加的数据带宽中获益。另外一个国际合作例子是“气象电离层和气候观测卫星星座系统”（COSMIC），这是台湾和美国联合开展的气象、气候、太空气象和大地研究科研项目。COSMIC 有效载荷科学数据定期从卫星每次飞越上空时下载，在运行天气预报、飓风预报，以及大气边界层调查方面表现出价值。第一个 COSMIC 项目取得成功后，台湾和美国决定继续进行 COSMIC-2 项目，计划在 2016 年初把 6 颗卫星送入低倾角轨道，在 2018 年初将另 6 颗卫星送入高倾角轨道。美国空军将提供两个太空气象有效载荷，搭载在 COSMIC-2 首批 6 颗卫星上，台湾将协助支付项目的整体成本，台湾和美国将各负担 COSMIC-2 项目费用的大约 50%。

共享寄宿载荷是节约前期成本的又一种选择，我们可通过此途径把太空的竞争和拥挤化为机会。太空如此拥挤，我们需要与商业公司和其他国家建立伙伴合作关系，才能满足各方对太空的各种需要，这种合作对我们而言越来越迫切。通过削减我们自身任务的规模，把这些载荷寄宿到商用和国外卫星上，就能大幅增加进入和利用太空的机会。

成本的压力迫使我们追求韧弹性，去思考进入太空的非传统途径。在我们思考的潜在方案中，开创新轨道和建造非太空系统可能成为这个新思考的一部分。例如，随着太空越来越拥挤，抗衡越来越激烈，我们开始探索比传统轨道高度更高、倾角更大的轨道。我们也在寻找各种方法改善指挥控制系统的及时性，以能快速发令，针对已知的威胁或太空碎片调整航天器的姿态。要使这些新的选择成为可能，我们就必须分散太空资产，获得一定的灵活性。进一步，分散我们的太空资产，改变把“所有鸡蛋放在一个篮子里”的做法，有助于提高我们应对攻击和系统失灵的韧弹性。过去我们的做法是在每个航天器上集宿多种任务装置，如果因为技术故障或敌对攻击导致载有多种使命的航天器坠毁，我们国家依赖的那些能力就将全部丧失。现在把这些任务装置分散到多个平台上，一旦搭载某项使命的航天器出事，我们还能继续依靠其他平台上的能力。此外，把一些任务装置寄宿在商用卫星或国际伙伴的航天器上，将使企图攻击我方太空平台的敌人更难做出决定。

最后，我们需要根据新技术和我们已做的基础工作来制定全新和稳健的构架，以开发出评估未来系统的方法。例如，宽视野技术经由“商用卫星寄宿红外侦测载荷”技术展示取得成功，给予我们同时侦测多个目标的能力，并增加侦测的准确度。我们需要更多利用这些技术进步，辅之以更先进的数据处理能力和更好的网络空间环境，才能继续保持世界最强空军的地位！♣

注释:

1. Milstar，即“军事星”系统，向总统、国防部长和美国武装部队提供可靠的、不易被破坏、拦截和侦测的卫星通信。Milstar 项目的目标是建造一个生存力强的、安全的、不易被核武器摧毁的天基通信系统，在里根政府时期被视为

国家的当务之急。这个系统现有 5 颗卫星在运行。头两颗卫星（Milstar I 型）搭载一个低数据率有效载荷，能在 192 个极高频范围的频道中每秒传输 75 至 2400 字节。加密技术和卫星对卫星交叉链接提供安全通信、数据交换和全球覆盖。另外三颗卫星（军事星 II 型）搭载低数据率和中数据率有效载荷，后者在 32 个频道中每秒能传送 4800 字节至 1.544 兆字节。数据传送速度越高，就能允许用户在很短时间内传送大量数据。

2. L1C/A 是传统的民用信号，未来将继续播送。用户必须更新他们的设备才能从新信号受益。军事精确（P）码由军方加密——使用一种称为反电子欺骗的技术——仅限于授权人员使用。加密的 P 码被称为 Y 码。民用 GPS 接收器在 L1 频率上使用 C/A 码来计算位置——虽然高端的勘测级民用接收器直接使用 L1 和 L2 频率的载波。军事 GPS 接收器在 L1 和 L2 频率上使用 P(Y) 码计算位置。L5 是第三个民用 GPS 信号，在专用于航空安全服务的无线波段中广播，目的是满足生命安全运输和其他高性能应用苛刻的要求。它的特性是功率更大，频宽更宽，信号设计更先进。L2C 是第二个民用 GPS 信号，专门用来满足商业用途。在双频接收器中结合 L1C/A 和 L2C 时，L2C 能进行电离层校正，这种技术能提高准确率。配备双频接收器的平民能获得跟军方一样（或更好的）准确率。对于那些目前配备双频操作的专业用户来说，L2C 提供更快的信号采集，更好的可靠性，更大的操作范围。与传统的 L1C/A 相比，L2C 传送功率更有效的信号，更容易在树下甚至在室内接收。商务部估计，L2C 到 2030 年能产生 58 亿美元的经济生产力效益。

3. 单元级热循环和动力振动测试模拟该单元装置在轨运行环境的情况，以查验硬件的设计和工艺，发现潜在问题。GEO-1 卫星在轨运行表现和 GEO-2 卫星的地面测试结果都证明被测试单元的设计是可靠的，我们因此更有信心，而决定取消热循环和动力振动测试。这样做能节约成本，而带来的风险是潜在的工艺缺陷可能在后来更高级的组装中才可能被发现，但这种风险不大，属于可接受范围。

4. 与飞机组装线类似，GPSIIF 脉冲生产线按照固定速度，有效地将卫星从一个指定的工作区域移到另一个。GPS 脉冲生产线在任何一个特定时间都能容纳四颗卫星。在每一个工作台及时存放必要的部件和工具以供使用，能减少或省略任务之间的等候时间，形成流畅的工艺过程流。卫星沿着脉冲生产线移向四个工作中心，这四个工作中心对应于四个生产阶段：飞行器组装，初步测试，热真空测试和最后测试。该脉冲生产线每 2 至 3 个月交付一颗卫星。

5. CDRL 包括对组成一个合同部分的特定采购提出授权数据报告要求。它由一张 DD1423 表或一系列包含数据要求和交货信息的类似表组成。CDRL 是确定招标中潜在数据要求及合同中可交付数据要求的标准形式。

6. “增 2”（Inc2C）项目的完成代表地面项目基础设施合并完成，此项目将国防部为支持导弹预警和防御、技术情报，以及作战空间态势感知的持久红外卫星网的运行加以合并。卫星网由三个主要系统组成：国防支援计划，SBIRS GEO 卫星和 SBIRS HEO 有效载荷。Inc2C 项目将重新安置这些系统中每一个的地面运行设施，从在巴克利空军基地的使命控制站（MCS）和施里弗空军基地的 MCSB 转移到其他地方。此外，Inc2C 基础设施项目规定交付卫星指挥与控制、任务处理和外部报告构架，从而实现数据融合，以及迅速、准确地报告全球各处可能发生的红外线事件。

7. 东部和西部发射区是美国的国家安全太空火箭发射区。东部发射区支援位于佛罗里达州卡纳维拉尔角空军基地和肯尼迪太空中心的两个主要发射场的导弹和火箭发射，由第 45 太空联队管理。西部发射区支援在加利福尼亚州范登堡空军基地的主要发射场，在第 30 太空联队的管理下，该发射区的范围从美国的西海岸扩展到印度洋上东经 90 度。

8. Lt Gen Ellen Pawlikowski, Doug Loverro, and Col Tom Cristler, “Space: Disruptive Challenges, New Opportunities, and New Strategies”[太空：破坏性挑战、新机遇和新战略], Strategic Studies Quarterly 6, no. 1 (Spring 2012): 27-54, http://www.au.af.mil/au/ssq/2012/spring/spring12.pdf.

艾伦·伯利克斯基，美国空军中将（Lt Gen Ellen M. Pawlikowski, USAF），新泽西理工学院纽瓦克分院理学士，加州大学伯克利分校博士，现任驻加州洛杉矶空军基地的太空与导弹系统中心司令官，负责管理全国各地超过 6,000 名员工和 100 亿美元的年度预算。伯利克斯基中将以空军太空项目执行官身份，管理卫星及相关指挥控制系统的科研、设计、开发、采购与维持。

正式命名网空武器系统的意义所在

The Importance of Designating Cyberspace Weapon Systems

罗伯特·J·斯金纳，美国空军准将（Brig Gen Robert J. Skinner, USAF）

在美军联合出版物 JP 1-02《国防部军语词典》中，武器系统的定义是“一种或多种武器与所有相关设备、材料、服务、人员，以及运载和部署（如适用）方式结合而形成的自我完备的整体。”[1] 当人们谈及美国空军和武器系统时，最先想到的可能是 B-2“幽灵”隐形轰炸机，F-15E“攻击鹰”战斗机，或 F-16“战隼”战斗机；进一步，“民兵 -III” 导弹、全球定位系统，或 KC-135“同温层油船”空中加油机等也可能成为讨论的内容。因为毕竟，空军的使命是在天空、太空和网空中飞行、战斗和制胜。属于天空和太空领域的这些资产，都是久经考验、名副其实的武器系统。现在，在这一长列武器系统清单中，空军又增添了支持网络空间作战的新武器系统，“运用这些网空能力，着重在网空、从网空或通过网空实现作战目的。”这些系统的独特之处在于它们离不开最新的作战领域即网空，而“网空是一个信息环境中的全球领域，它由相互依赖的信息技术基础设施网络和内宿数据组成，包括互联网、通信网络、计算机系统，以及嵌入式处理器和控制器。”[2]

AOC = 空天作战中心

2013 年 3 月 24 日，空军参谋长批准了空军太空司令部属下六种网空武器系统的正式命名，指定太空司令部负责组织这些武器系统，装备到部队，并训练使用这些系统的人员。“全球到达，全球力量，全球警戒”作为空军的使命，过去覆盖天空和太空，现在随着以下六种武器系统的正式命名而进一步覆盖网空：

- ACD — 空军网空防御武器系统
- CDA — 网空防御分析武器系统
- CVA/Hunter — 网空安全漏洞评估 / 寻猎武器系统
- AFINC — 空军内联网控制武器系统
- CSCS — 空军网空安全和控制武器系统
- C3MS — 网空指挥控制任务武器系统

这些名称就能力而言，可能含有某些重复，但组成这些武器系统的人员和设备则各自执行特定的使命，并互为补充。所有这些武器系统都是为着提供网空能力和确保网空安全，保障其他使命和保护关键信息，同时保卫我们的网络抵抗攻击。在思考这一系列网空武器系统的能力时，不妨对比空军军事空运武器系统，如 C-5、C-17、C-130 等，它们都是运输机，但每一种飞机在整体空中机动使命中发挥着独特的作用。正如这些武器平台存在明显区别一样，网空武器系统也按各自作战能力的不同而各异。它们的使命范围可能会有重叠，但其互补的性质与我们的空运平台系列极为相似——相辅相成，提供完整能力。

据美国麦迪安网络安全公司今年早些时候在一份题为“先进持续渗透攻击（APT）1：揭露中国一家网络间谍单位”的报告所披露，中国频繁对美国网络开展攻击，凸显出我空军和国家发展网空能力已迫在眉睫，是以保卫这个关键领域，确保信息优势。这份报告论述了持续渗透威胁，指出“我们对数百个调查中的大量细节所做的分析让我们确信，从事这些活动的团体地点主要在中国，而且中国政府对此心知肚明……我们分析的结论是，APT 1 可能是政府支持的、持续时间最长的中国网络威胁执行单位之一。”麦迪安公司关于 APT 1 的报告仅仅对中国 20 多个 APT 单位中的一个进行了详细揭露，跟踪到这支部队在过去 7 年中向近 150 家受害者发动网络攻击，窃取了数百万亿字节的数据信息。[3] 不过，本文的讨论显然并不局限于任何特定的对手。形形色色的侵略者盘踞在网空领域中，既有躲在自家房屋地下室单枪独干的个人，也有多人凑合的团体，还有主权国家。他们的意图也多种多样，间谍、窃取知识产权、组织犯罪、盗窃身份信息、军事行动等等，不一而足。

本文对以上六种武器系统逐一描述，检视其历史和独特能力，并介绍运作此每一武器系统的具体部队单位。然后本文探讨把这些能力归为“武器系统”的重要意义，论述这些系统将如何直接对付我们今天面对的种种威胁。不过在此之前，本文首先提供一幅背景画面，帮助大家理解武器系统的能力和这些武器系统针对敌人的应用。

假设你是一名坐在一个主要司令部内计算机桌前的政府文职人员，刚收到一封有关自动削减财政拨款和全体员工可能无薪休假政府关闭的提前招呼邮件。邮件中有一个“详情请见……”的网络链接。你试图打开这个链接，但收到一个出错提示；你再次尝试，结果一样。于是你一忘了之而继续做你的工作，却没有意识到，这个链接已经把你的工作计算机引向一个恶意网络服务器，通过下载一套恶意程序，使对手能掌控你的计算机。怎么会发生这种事呢，为什么有人盯住你呢？事实上，要弄清楚并不难。还记得在限制出差的通知发出之前的几个月，你曾参加过什么研讨会吗？对手从会议的签到簿上窃取了你的电子信箱地址，会议的其他参办单位也可以分享这份签到簿的信息。但为什么特别青睐你呢？原来对手意识到你从事某种特定专业且能接触到有价值的信息，属于“目标丰富环境”类。在这类人中，只要有一个人点击了对手在此邮件中设置的链接，就会触发一系列的恶意行动。对手没有在你的的计算机中留下任何问题痕迹，但是他现在能畅通无阻地接触那些非机密但有用的信息。

空军如何对付这种侵入？实际上，防御“钓鱼”攻击的最佳办法是教育计算机使用者

提高警惕。然而，对手的攻击手段越来越复杂，有时几乎无法辨认。美军各军种都有网空部队负责网络防护。具体到本案，空军通过网络流量监控手段怀疑你的工作计算机被侵入，于是上报。网络运作单位发现非同寻常数量的数据流从你的基地流向另一个国家的网址，于是通知第 624 作战中心，包括空军特别调查局的人员，然后该中心开始实施指挥控制并会同执法部门一道处理这次事件。网空取证分析专家被派去调查此案，不仅要找到“被感染”的设备，还要确定对手如何潜入空军网络系统。网空指挥控制部门则派网空作战风险评估人员勘查事态，确定数据泄漏种类和程度并评估损失。空军的计算机应急反应分队检查该基地的计算机和其他硬件，找出攻击方渗入我军计算机系统的准确途径及方法，据此制定（并分享）专门对抗这种威胁的防御行动，并作为编写新战术 / 战技 / 战规的参照。进一步，应急反应分队据此修补空军所有的工作计算机，以应对未来使用同类技术的攻击企图；应急反应分队还支援该基地开展网络清理和加固。在概略介绍了这次远程攻击后，让我们更深入讨论上述网空武器系统和执行相应使命的部队单位。

空军网空防御武器系统

空军网空防御（ACD）武器系统阻止、侦测和回应外部对非机密和机密网络的侵入并提供取证分析。ACD 武器系统由德州圣安东尼奥 - 拉克兰联合基地第 33 网络战中队以及罗德岛州匡塞特空军国民警卫队基地第 102 网络战中队运作，支援计算机应急反应分队开展其工作。该武器系统的各操作团队由一名网空勤务组长、一名副组长、一名网空作战控制员和 33 名网空分析员组成，他们进一步获得其他人员的支援。

ACD 武器系统从应急反应分队发展而来，应急反应分队的主要责任是协调原空军信息作战中心的技术部门评估、分析、降低计算机安全事故和薄弱环节。现在，ACD 武器系统连续监控和防卫空军非机密和机密网络，在以下 4 个任务领域运作：

1. 事故预防：保护空军网络抵抗现有的和新现的恶意逻辑攻击，评估和化解软件和硬件的已知漏洞。

2. 事故侦测：对空军机密和非机密网络进行监控，识别和调查反常活动，确定对网络造成的问题和威胁，监控网络传感器发出的实时警报，对传感器报告的历史流量进行深入探究。

3. 事故反应：确定侵入的范围程度，制定化解威胁的行动方案，确定并实施反应行动。

4. 计算机取证分析：开展深入分析来确定来自认定事件和可疑活动的威胁，评估损失，支援事故反应程序，捕捉各种“探哨”代码造成的破坏，逆向设计代码以确定对网络 / 系统的影响。

网空防御分析武器系统

网空防御分析（CDA）武器系统实施网空防御作战，对从己方非保密系统如计算机网络、电话、电子邮件，以及美国空军部队网站发布的敏感信息进行监控、搜集、分析和报告。CDA 武器系统对于防止危害作战安全的信息泄漏至关重要。空军三支现役部队（第 68 网络战中队、第 352 网络战中队和第 352 网络战中队第一支队）和两支后备役部队（第 860 网络战飞行中队和第 960 网络战飞行中队）运作这个武器系统，他们分别位

于德州圣安东尼奥 - 拉克兰联合基地、夏威夷州珍珠港 - 希卡姆联合基地、德国拉姆施泰因空军基地，以及内布拉斯加州奥弗特空军基地。该武器系统的各操作团队由一名网空作战控制员和三名网空防御分析员组成，他们进一步获得其他人员的支援。

CDA 武器系统有两个衍生版本，但都旨在监视、搜集、分析和报告经非保密通信系统传送的空军官方信息，决定其中是否包含敏感或保密内容。该武器系统根据需要把发现的可疑泄漏报告给战地指挥官、作战安全监控员或其他人员，以决定潜在的影响和作战调整。第二个版本根据网络侵入的情况，提供更多功能来进行信息损害评估，同时对空军非保密网站进行评估。第二个版本只由第 68 网络战中队操作。

CDA 武器系统在下列 6 个任务领域开展监控和 / 或评估：

1. 电话语音：监控和评估空军非保密语音网络。

2. 无线电频率：监控和评估空军的 VHF, UHF, FM, HF 和 SHF 频带的通信（移动电话、陆地移动无线电和无线局域网）。

3. 电子邮件：监控和评估在空军网中通过的空军非保密电子邮件的流量。

4. 网基能力：监控和评估源自空军网、但上传至非由国防部或联邦政府所有、操作或控制的公开网站中的信息。

5. 网空作战风险评估（由第 68 网空战中队操作的该武器系统第二版本发现的风险）：评估由于侵入空军网而受损的数据，以决定因数据流失对相关作战产生的影响。

6. 网络风险评估（由第 68 网空战中队操作的该武器系统第二版本发现的风险）：评估上传至由空军所有、租用或操作的非保密的公开和私人网址上的信息，以降低这些信息被敌人利用的风险，减少对空军和联合作战的任何不利影响。

网空安全漏洞评估/寻猎武器系统

网空安全漏洞评估（CVA）/ 寻猎武器系统对空军和国防部网络和系统进行安全漏洞、合规、防御状态和非技术评估、最佳做法审核、渗透试验，以及寻猎行动。寻猎行动在于确认并消除威胁，以为执行各种既定使命提供保障。此武器系统可对全球各站点计算机远程访问或现场访问执行防御任务。CVA/ 寻猎武器系统由一支现役部队、即德州圣安东尼奥 - 拉克兰联合基地的第 92 信息战中队，和一支国民警卫队部队、即华盛顿州路易斯 - 麦科德联合基地的第 262 网络战中队联合运作。此外，还有两个国民警卫队单位正在向该使命过渡，他们是位于华盛顿州穆雷营的第 143 信息战中队和位于加州塞普尔维达空军国民警卫队站的第 261 网络战中队。此武器系统的各操作团队由一名网空勤务组长、1-4 名网空操作员、1-4 名网空分析员组成。还有其他人员对这些团队提供支援。CVA/ 寻猎武器系统由原空军信息作战中心开发，于 2009 年部署在第 688 信息作战联队。

纵观历史，在“持久自由”和“伊拉克自由”行动期间，安全漏洞评估对保证使命成功发挥了重要作用。CVA 现在继续提供这一关键能力。此外，这个武器系统现在作为寻猎行动的第一阶段。寻猎使命源自防御网络战略的变革，从“设法保卫整个网络”变为“提供网络使命保证”，经此变革而提供坚固纵深防御的保障能力。从 2010 年 11 月以

来，CVA/ 寻猎武器系统的原型系统已参与过真实世界的作战行动。该武器系统在 2013 年 6 月达到初始作战能力。

CVA/ 寻猎武器系统旨在找出漏洞，向指挥官提供关键使命网络中现存漏洞风险的整体评估。它在功能上分为三种平台，一是便携式平台，由操作人员用于现场访问或远程访问以执行评估；二是可部署的传感器平台，用作搜集和分析数据；三是军营基地平台，用于为远程访问和高级分析、测试、培训和归档提供所需的连接能力。具体而言，寻猎使命侧重寻找、修补、跟踪、锁定、交战和评估先进的持续威胁。

在主动交战中，CVA/ 寻猎武器系统和己方网络防御部队协同，向第 24 空军和空军网空及作战指挥官提供一种可移动的精确保护能力，用以识别、追踪并化解网空威胁。它可以装备各种模块化载荷，包括为特定防御使命而优化的载荷和为在网空生成具体效果而设计的载荷。运作 CVA/ 寻猎武器系统的每个团队能进行一系列的评估，包括安全漏洞分析、合规评估、渗透试验等，以及对这些评估派生的数据进行分析和特征归纳。此武器系统的有效荷载由商用及政府现成硬软件组成，包括配置了定制的漏洞评估工具的 LINUX 和视窗操作系统。

空军内联网控制武器系统

空军内联网控制武器系统（AFINC）是空军信息网络的边界和入口顶级控制门关，确保所有外部和基地间数据交流通过标准的中央管理门关传送。AFINC 武器系统由 16 个门关套件和两个综合管理套件组成，由阿拉巴马州蒙哥马利市甘特附属基地第 26 网络战中队运作，AFINC 的各操作团队由一名勤务组长、一名副组长、一名网空作战组长、两名作战控制员、两名网空操作员和三名事件控制员组成，他们进一步获得其他人员的支援。

AFINC 武器系统取代并整合区域管理的、散布的空军网络，将这些网络并入一个集中管理的访问入口，从而控制进入空军信息网的访问流量。它提供以网络为中心的服务，保障核心服务，使整个网络的防御作战有更大的灵活性。AFINC 武器系统通过以下四个任务领域整合网络作战和防御：

1. 纵深防御：通过整合门关和边界装置实现全局性分层防御方式，从而增强网络的韧弹性和使命保证。

2. 先机防御：持续监控空军网络流量，关注其反应时间、进出流量及性能表现，确保及时传送关键信息。

3. 网络标准化：制定并维护标准和政策，保护网络、系统和数据库，减少维护的复杂性、停运期、成本和培训要求。

4. 态势感知：提供网络数据流、流量模式、利用率，以及对历史流量的深度研究，从中发现对非正常事件的解决线索。

空军网空安全和控制武器系统

空军网空安全和控制系统武器系统（CSCS）提供全时、全天候网络作战和管理职能，为空军机密和非机密网络内的关键全局服务提供保障。它还支持空军网络内的防御作战。CSCS 武器系统由两个现役网络战中队、一个空军国民警卫队网络安全中队，以及与现役中队对应的两个空军后备役司令部网络战辅助中队共同运作。其中第 83 和第 860 网络战中队驻扎弗吉尼亚州兰利空军基

地；第 561 和第 960 网络战中队驻扎科罗拉多州彼得森空军基地；第 299 网络作战安全中队驻扎堪萨斯州麦康奈尔空军基地。该武器系统的各操作团队由一名网空勤务组长、一名网空作战控制员、一个作战组（实施边界、基础设施、网络防御、网络节点、以及漏洞管理功能），以及一个全局服务单位（提供短信发送和协作、目录和密码认证、存储和虚拟化管理，以及监控管理）组成。还有其他人员对这些团队提供支援。

CSCS 武器系统源自过去的网络整合努力，经此努力把各大司令部的众多网络整合到中央管理和控制的网络中，归三个整合的网络作战及安全中心管理。2007 年，空军成立了两个现役网络战中队来提供这些功能；空军国民警卫队的网络战安全中队则为警卫队的基地和单位提供相同的功能。

CSCS 武器系统执行网络运行和故障处理活动，旨在维持作战网络正常运行。其操作人员监控和评估实时网络事件并做出反应，识别异常活动并分析特征，以及根据上级部门指示采取适当的反应行动。该武器系统支援对进出空军基地层级的飞地网络进行实时流量过滤，并屏蔽可疑的软件。CSCS 操作人员持续不断地与基地层级网络控制中心及通信节点进行协调，解决网络中的问题。其他关键的能力包括漏洞识别和修复，以及对进出空军基地层级的飞地网络的流量控制和安全。CSCS 还提供空军全局性服务，包括短信发送和协作、存储，以及建立受控环境以容纳基于网络的系统从而支援空军实施各种具体使命。

网空指挥控制任务武器系统

网空指挥控制任务武器系统（C3MS）的作用是保障空军实施各种使命，它指挥空军其他网空武器系统同步行动，形成战役层次效果，支援在全球行动的各作战指挥官。此武器系统对空军各网络部队、网络和使命系统提供战役层次 C2 及态势感知，保障第 24 空军司令正确制定和发送网空行动战略和计划，司令官进一步实施并评估这些计划的执行情况，以支援空军和联合作战将士。C3MS 武器系统由德州圣安东尼奥 - 拉克兰联合基地第 624 作战中心运作，各团队包括一名资深值班官、一名资深副值班官、一名网空防御警戒军官、一名网空进攻警戒军官、一名国防部信息网络警戒军官、三名网空防御作战控制员、三名网空进攻作战控制员、三名国防部信息网络作战控制员、一名网空效果计划员，一名网空作战战略官、一名网空情报分析员、一名网空作战评估分析员，以及一名网空作战报告单元分析员。还有其他人员对他们提供支援。C3MS 武器系统从传统的空军网络作战安全中心概念、人员和设备发展起来。在正式成立美军网空司令部和组建第 24 空军后，高层领导班子认识到需要建立战役层次的网空 C2 能力。

C3MS 作为空军的统一武器系统，提供对网空领域中空军部分的永久性全局态势感知、管理和控制。它确保网络进出畅通、使命保证，以及联合作战将士使用网络和信息处理系统在全球范围作战。该武器系统有五个主要的子任务领域：

1. 态势感知：融合来自各种传感器、数据库、武器系统和其他来源的数据，生成战役全局图，以获得并保持对己方、中立方及

可能对联合部队和空军构成威胁的各类活动的态势感知。

2．情监侦（ISR）产品：将网空预兆和迹象、分析以及其他可行的情报产品整合为全局态势感知，保障其策划和实施。

3．制定计划：利用态势感知制定长期和短期计划、具体战略和行动方案，策划网络进攻和防御作战以及国防部信息网络作战的实施。

4．实施计划：利用行动计划生成并跟踪各种网空任务命令，运用所属和附属部队兵力来支援网空进攻和防御作战以及国防部信息网络作战。

5．与其他 C2 节点整合：将空军产生的网络效果与各空天作战中心、美军网空司令部，以及其他 C2 节点相整合。

为什么需要命名网空武器系统?

如果我们的确希望把网空看作与天空、陆地、海洋和太空同等的作战领域，那么我们的思维必须从视通信为一种支援功能转变视网空为一个开展军事行动的作战领域。为了在网空有效地飞行、战斗、制胜，空军必须适当地组织、训练和装备网空作战专业部队。多年来，空军内各类部门一直按照自身需要添补人员和装备，经常沿循年尾花余钱的做法，逐渐发展成当前的空军网络即 AFNet 基础结构和系统。出于同样的原因，现在构成这六种武器系统的各组成部分，过去一直没有一个主要司令部牵头制定作战需求，或实施标准化训练，或有效管理设备生命周期及其资源配置。这种各自为阵的做法，几乎不可能提供使命保证，无法保障空军和联合作战界在网空作战的关键使命。演进到 AFNet 结构之后，空军已能够朝着近 20 年前提出的网络运行作战化和专业化的愿景迈开大步。空军太空司令部牵头做出努力，划分出这六种武器系统，推动网空运作向更加规范的做法发展。现在对这六种系统正式命名，有助于更好地管理和维持设备的生命周期，同时加快空军网空专业战士的思维转型，从通信或信息技术的心态转向作战心态，辅之以全面的作战使命资格训练、作战部队标准管理，以及标准化和评估计划（如适用），使网空作战常态化，就像太空和导弹作战一样。进一步，正式命名这些武器系统将有助于网空领域获得适当的战员配备和计划性资金分配，保证空军能在网空飞行、战斗，制胜。

国防部是经由武器系统的划分来管理天空、太空、陆地和海洋优势并安排资源配置。要想在网空领域创造效果和构建优势，最好的途径是采用同样的武器系统划分架构，以管理网空能力和配置资源。正如我们在其他作战领域所做的那样，网空武器系统能为空军提供将网空建设成作战化、常态化，以及最终标准化的途径。空军担当着确保、运行和保卫国防部信息网络中属于空军的部分，并肩负着在网空领域保卫空军和联合部队的使命。这些网空武器系统为空军设置了走向网络规范化常态化作战的通道，从而成功实现上述目标。

正式命名网空武器系统后，空军维持武器系统的整体过程中便生成一条专用于网空武器维护的资金分配线。空军因此可将这份资金的调配规范化，并相应制定这类武器系统维持与维护所依据的长期计划，可以更合理更高效地使用有限的资源，而不是象过去那样依赖没有定数的年终结余资金，不加协调地花费掉。规范资金程序是一条关键的原则，只有这样才能保证武器配置管理标准化，

才能保证空军内（在某些情况下整个联合作战界）的武器系统做到互通运作。通过部署AFNet 空军网络，我们已经取得了这些效益，有效简化了对空军整体网络安全的保护，正在进行的标准化也使用户获得更好的使用体验。

正式命名网空武器系统后，能生成类似其他作战领域中所得到的各种好处——通过命名武器系统这种标准的空军机制来推动组织、训练、装备和战斗力建设。武器系统命名后，空军就能常态化管理相关的作战能力，并保证这些系统标准化和持久化，随时接受作战指挥官的调用。当太空司令部人员比较天空和太空领域的常态化过程时，他们体会到只有正式命名武器系统能达成理想的终局。获得命名的武器系统也许不能总是得到充足的资源来支撑，但肯定比没有获得命名时的状态要好。

此外，对网空武器系统正式命名，直接有助于太空司令部作为牵头整合单位行使网空作战核心职能，保障太空司令部满足空军第 10-9 号政策指令中规定的责任，并推进网空内各种平台的标准化过程。[4]

正式命名这些武器系统，也直接关系到向战术单位提供所需的资源和训练，以形成常态化运作。实现跨领域整合的关键，在于能否合理利用不同领域的作战能力，而生成独特和决定性的效果——如果获得充足的资源配置的话。正式命名网空武器系统将推动网空领域向正确的方向演变，以及和其他作战领域构成合理的关系——这一点极为重要，因为在现代战争中，网空连接所有领域。把网空作战能力提升到这个层次，空军就能满足国防部的网空作战战略，该战略要求“国防部将把网空作为一个作战领域来组织、训练和装备部队，使国防部能全面利用网空的潜力。”将网空运作和使命常态化及作战化的所有努力，更有助于推动空军向联合信息环境架构、标准和程序发展。国防部、美国网空司令部和各军种在推行联合信息环境建设的同时，也在组建多支网空使命部队，以支持国家、作战司令部和军种各自对网空的需求。把这些能力正式命名为武器系统，就便于这些部队在网空、从网空、通过网空更好地支持国家和联合作战界。

网空领域的独特挑战

天空、陆地、海洋和太空，都是自然领域，无需我们规划和建造，只需我们制造出工具来利用。自然领域不需要任何维护，但网空不同，网空主要存在于由人类设计、制造和配置的设备之间，而设备会过时，会磨损，需要不断地维护。此外，我们构建网空的方式，对我们运作和保卫该领域的能力有着直接的影响。运作网空和保卫网空同等重要，仅此一点，就使网空有别于其他领域。我们必须不断地培养和照料这个领域，还需要不断创新，才能保持领先，才能引领网空技术的发展。

保卫网空的努力亦有其独特的挑战，因为对手能出其不意地从全球任何地点发动网络攻击。对洲际弹道导弹的威胁，我们至少具备能侦测到导弹发射的传感器，我们的部队可以根据发射地点和预警时间做些准备并做出反应。在网空，我们很难预警敌对攻击，没有时间做出反应准备。因此空军必须发展侦测这种攻击的能力，能防则防，若防卫不及则沉着反应，做到象其它作战领域那样。我们还必须为自身利益发展利用网空的工具。在现实世界中，也许我们永远做不到万无一失地保卫我们的网络——要想达到这样的境界，势必要求我们投入过多的安全努力，

而牺牲网空给我们其它所有使命带来的战斗力倍增的好处。换言之，如果我们把所有对手都逼退于外，就只能把我们自己闭锁于内。这里的关键在于找到一个平衡点，让我们既能有效地保卫自己的网络和依赖网络的各种使命免遭攻击，又能尽量利用网空对这些使命带来的好处。

进一步，网空对空军和联合作战界在其他领域开展作战来说必不可少。我们今日在战争中做的一切几乎都依赖网空，无论是向卫星和导弹提供遥测，还是在阿富汗控制我空军的行动，我们必须依赖网空才能实施在其他所有领域的作战。

网空武器系统获得正式命名之后，就要求得到资源保证，才能达到天空和太空武器系统的相同标准。这是一个更高的运作标准，其所需要的相应资金配额和人力配备，远比以往把网空领域作为一种简单的通信或信息技术支援功能要更多。如果资金和人力配备得不到保证，可能会对每个其他所有领域的未来作战造成灾难性的冲击。网空作战化不仅仅是为了让太空司令部合理地组织、训练和装备网空部队——它更是网空向真正作战领域发展的逻辑演变，也是对其他所有作战行动的关键保障。

空天作战中心获得命名的启示

在 1990 年代后期，空军命名“鹰猎者”空天作战中心（AOC）为武器系统，但几乎没有对其采购、维持或需求做出什么正式的严格规定来支撑其发展。当时的空军参谋长只不过是同意“你们去做吧。”当时的作战界感受到各种需求挑战，颇像我们现在管理网空武器系统面对的挑战一样。通过宣布 AOC 为武器系统，空军希望改变各编号空军自配设备和人员的各自为阵的混乱状态，形成统一规范化。这种观点认识到，把 AOC 命名为武器系统之后，就能更好地训练 AOC 人员，在计划目标备忘录程序中更好地为这项计划辩护，并在某种程度上保护编号空军部队的参谋资源被挖走去填补 AOC 岗位。

事实上，AOC 的资金分配历经多次裁减，设备的维护和现代化一直难以满足底线要求，AOC 人力配置成为多次效率演练检查的目标，导致影响范围缩小。难怪作战界有许多人认为，AOC 被列为武器系统对其发展并无什么帮助。

但是空军作战司令部却持不同的看法，他们认为，AOC 在整个过渡过程中尽管一直面对严重的挑战，但其今天的状态要比 15 年前强很多，尤其是在人员训练方面。在弗罗里达州赫尔伯特基地，一个专用的正式训练单位建立了一份记录项目，制订了一个严谨的配置和变化管理程序，最终获得作战界的赞赏，承认在联合部队空中组成部队司令官的战术空中控制系统 C2 概念中，AOC 具有皇冠明珠的地位。此外，分配到 AOC 工作不再被认为是航空技术等级军官结束军人生涯前的最后一站——与 1990 年代的普遍看法大不一样，那时候，如果去某支编号空军就任参谋或 AOC 岗位，被广泛认为是专业晋升无望的死亡之吻。

空军太空司令部不会让 AOC 经历的初痛阻止我们推进网空武器系统的理念。每一个项目（无论是战斗机、轰炸机或 ISR），都面对过其份内的挑战，但如果没有设立为项目——没有获得命名而名不正言不顺——那么网空武器系统为求生存就不得不为着一点资金和人力配额而无休止地争取。而今把这些网空武器系统整合到空军大结构之中的时

候，我们或许能从当年建立 AOC 武器系统所面对的挑战中吸收一些教训，避免重蹈错误覆辙。

结束语

美国通过网空来开展其它作战领域的行动。事实上，现今战争的所有方面——从通信、精确导航和报时、攻击预警、ISR 到 C2 等等——都依赖网空。正式命名网空武器系统将有助于空军保证网空畅通无阻，并为依赖网空的其他关键武器系统和作战领域提供使命保证。空军为网空武器系统定名，就等于给出承诺，保证网空建设将在计划和预算中获得应有的重视，能保持网空作战，支援网空使命团队，向联合信息环境发展。进一步，受核心武器系统支援的网空作战将提供更好的安全、性能、灵活性，以及非规范化环境所无法生成的整体能力。网空作战化不仅仅是为了让太空司令部合理地组织、训练和装备网空部队，而是网空向真正作战领域发展的逻辑演变，也是对其他所有作战领域的关键保障。♣

注释:

1. Joint Publication 1-02, Department of Defense Dictionary of Military and Associated Terms [联合出版物 JP 1-02：国防部军语辞典], 8 November 2010 (as amended through 15 June 2013), 303, http://www.dtic.mil/doctrine/new_pubs/jp1_02.pdf.
2. Mandiant, APT1: Exposing One of China's Cyber Espionage Units [先进持续渗透攻击（APT）1：揭露中国一家网络间谍单位] ([Washington, DC: Mandiant, 2013]), http://intelreport.mandiant.com/Mandiant_APT1_Report.pdf. APT1:
3. Air Force Policy Directive 10-9, Lead Command Designation and Responsibilities for Weapon Systems [空军政策指令 10-9：牵头司令部对武器系统的命名和责任], 8 March 2007, http://static.e-publishing.af.mil/production/1/af_a3_5/publication/afpd10-9/afpd10-9.pdf.
4. Department of Defense, Department of Defense Strategy for Operating in Cyberspace [国防部网空作战战略], (Washington, DC: Department of Defense, July 2011), 5, http://www.defense.gov/news/d20110714cyber.pdf.

罗伯特·斯金纳，美国空军准将（Brig Gen Robert J. Skinner, USAF），帕克学院理学士，俄克拉荷马市立大学理科硕士，现任空军网空军副司令官，担当空军与美国网空司令部和国家安全局的首席联络官及个人代表职责，并协调空军网空军对国防部长办公室、国家情报总监、中央情报局及其它国家与国会网空利益相关方的支持运作行动。将军于 1989 年获授军官衔，是空军中队指挥官学院、指挥与总参学院、空军战争学院及武装部队工业学院的毕业生。在其军旅生涯中，他担任过联队、大队及多个中队指挥职位、若干战术和固定通信职位，及在联合参谋部、空军参谋部和编号空军的参谋任职。担任现职以前，斯金纳准将在驻科罗拉多州彼得森空军基地的空军太空司令部总部任总监察官，领导一个下辖三部门五分支、包括 70 名人员的机构，负责评估遍及世界 100 余场所的 300 多个空军太空司令部太空与网空单位的战备状况。

太空态势感知：从保持现状到跨上新阶

Maintaining Space Situational Awareness and Taking It to the Next Level

马克·A·贝尔德，美国空军上校（Col Mark A. Baird, USAF）

美国越来越依赖太空。无论在经济上还是军事上，我们对太空资产的依赖不容置疑。地球轨道卫星提供我们所依赖的无数服务，例如精确定位、导航和报时、通信、气象信息、导弹预警和情监侦（ISR）。在过去十多年里，这些功能不仅起着全球经济的命脉作用，也是保障全球反恐作战的一个关键因素。随着美国战略重心向太平洋地区转移，我们对太空资产的依赖将更加紧密，保持美国太空能力，对确保美国在未来任何冲突中的军事优势至关重要。[1]

冷战结束后，太空成为美国的乐土，在这个广阔领域中，美国天马行空，几乎完全自由。然而随着许多新玩家进入太空舞台，随着中国崛起为几乎与美国平起平坐的太空大国，形势正在发生变化。中国在积极整合其军用和民用太空项目，俄罗斯也志在复兴加强太空投资，我们必须面对这两个国家对美国构成的挑战。[2] 伊朗和朝鲜虽然不具备成熟的太空技术，但是都在努力研发洲际弹道导弹和尝试发射卫星，显示出扩大其太空存在的决心。[3] 俄罗斯、朝鲜和伊朗除了发展天基通讯平台、定位导航 / 报时和 ISR 能力之外，还在积极研制或获得可以干扰全球定位系统（GPS）卫星和其他关键通信链接的技术，企图有效遏阻美国军方对这些太空系统的运用。[4] 在当今高科技战争环境的冲突中，如果我们没有能力投放 GPS 制导武器，无法通过遥驾飞机对战空实施持久的 ISR 覆盖，甚至无法发现敌人发射飞毛腿导弹，如果我们得不到战场上空的天气信息，或者在敌人发射洲际弹道导弹时我们却没有战略通信和导弹预警，我们难以想象，战局将如何改变？它说明，我们必须保持天基能力，才能在国家最新威胁评估报告所预测的这种拥挤和抗衡的太空环境中，保障美国空天力量和海基力量的投送，这项能力至关重要。[5]

ISR = 情报监视侦察
GPS = 全球定位系统
SSA = 太空态势感知
BMC3 = 作战管理指挥、控制与通信
C2 = 指挥控制
SPADOC = 近空防御作战中心（后改称“太空控制中心”）
JSpOC = 联合太空作战中心
JMS = 联合太空作战中心任务系统
SOA = 以政府服务为导向的结构
ARCADE = 以行动为导向的快速协作应用开发环境

要想保持美国在太空的优势，我们首先必须清楚地了解美国太空资产的周围环境，并及时发现任何变化或者潜在的威胁——换言之，我们需要保持“太空态势感知”（SSA）。过去，我们保护美国天基能力的努力一直依赖于侧重太空飞行安全的 SSA，这项努力的主要重点就是编制和维护一份太空物体完整目录，列出所有在轨卫星、废弃火箭壳体和其它碎片，是以预测和避免太空碰撞。这项重要使命能降低我们卫星发射的风险，保护在轨的载人与无人太空资产，一切为着避免轨道运行物体发生冲撞。太空中以高达每小时 17,000 英里速度运行的物体如发生碰撞，不仅会摧毁卫星（导致任务和投资重大损失），还可能产生一大片碎片场，致使这个轨道区域无法使用。尽管航天飞行安全非常重要，

但如果我们的 SSA 作战概念只关注如何避免碰撞，实不足以应对太空环境中越来越激烈的、包括反卫星武器、通信干扰和传感器眩盲在内的抗衡。[6] 我们依赖了几十年的 SSA 作战概念已经无法充分保护美国在太空中的昂贵资产，底线告急，令人警醒。[7]

本文强调保持强大 SSA 能力的必要性，认为要做到这一点，我们必须将重心从强调目录维护，转向建设更重视战术性、预测性和情报驱动的 SSA 能力，为此需要立足于一种作战管理指挥、控制与通信（BMC3）一体化的基础设施。我们必须围绕 SSA 传感器网络——这些 SSA 传感器运用通用数据模型支持快速任务指令生成、处理、运用，以及跨保密等级传送——建立新的太空优势体系；它必须纳入战术情报，以确保及时辨识威胁，并且包括一套着眼于太空控制的可行的 BMC3 行动计划，以能在充分预警下及时化解威胁。

太空竞赛回顾

1950-1970 年代：太空的黎明

从最原始的武装冲突开始，军队就一直努力占据战场的制高点。无论是一个土坡或一座大山，天空或者太空，无论战争中采用什么技术或战略，把握制高点就能压住对手。随着飞机在二十世纪初出现，天空成为新的高地，空中优势成为激发士气的动力。

自二十世纪五十年代中后期以来，技术的发展促使太空成为终极制高点。随着冷战的升级，美苏两国投入军事竞赛，以最初开发用于发射携核洲际弹道导弹的技术为基础，发射了各种通信和间谍卫星，同时建立起烟筒式竖向指挥控制（C2）系统。[8] 此时的太空发挥着保障作用；直到越南战争时期，气象卫星、通信中继卫星和最早的间谍卫星才得到大规模使用。

1970-1990 年：太空抗衡形成

在冷战的高峰期，美国和苏联都开发和测试了若干种反卫星武器，力图获得置对手太空资产于险境的能力，是以把握制天权。在冷战的大部分阶段，苏联一直在开发一种同轨卫星摧毁机，或叫做“战斗机卫星”。[9] 最广为人知的反卫星武器试验之一，是美军实施的一次直接上升反卫星武器试验，1985 年 9 月 13 日，美军从经过专门改装的 F-15 上发射 ASM-135 导弹，击中一颗即将报废的实验卫星（Solwind P78-1）。这架战斗机在加州范登堡空军基地以西 200 英里的空中，向 345 英里上空的这颗低轨卫星发射了一枚反卫星导弹，用仅 30 磅的微型寻的弹头成功摧毁了重 2000 磅的卫星。幸而卫星体积不大且轨道较低，这次反卫星试验只产生了少量碎片，卫星的残骸在重入大气层过程中燃尽。世人看到的下一次反卫星武器试验，则发生在二十多年以后。[10]

1990-2007 年：美国对太空的依赖不断增长

> 我们在“沙漠风暴”行动中的经验是太空力量的分水岭……太空现在已经紧密整合到联合军事行动中，成为其不可分割的一部分。如果我们的军事武库中失去太空资产……我们将后退到二战时期的作战方式。
>
> ——美国空军退役上将查尔斯·霍纳

从 1991 年海湾战争到 2001 年及 2003 年的阿伊两场战争，美国在这十多年间，将太空能力大规模整合到美式作战之中。有人称“沙漠风暴”行动是第一场太空战争，在这场战争期间，卫星用于军事与商业用途的

规模和广度，远远超过越战时期。[11]“蓝色太空作战序列”（用于实施作战计划的太空资产）包括 51 颗军事和 12 颗商业卫星。[12] 每一项太空任务都在“沙漠风暴”中发挥了作用（从各方面来看，卫星地面站和用户设备为支持“沙漠风暴”所作的部署达到空前的规模），每一次都为地面作战人员提供了巨大的技术优势。即便如此，我们尚未将太空完全融入我们的作战概念——在当时战空的最前沿，我们还没有 GPS 制导精确武器、可靠的卫星通信设备，以及战术 ISR 能力。不过我们的部队已经认识到太空系统可提供的巨大优势。例如，军方紧急采购了早期的商用 GPS 接收器，用胶带粘在直升机上协助导航。仅仅十年以后，在“持久自由”和“伊拉克自由”行动中，我们已经敢于使用 B-52 执行近空支援任务，我军的马背上的特战小分队通过卫星通信呼叫支援，用与 GPS 接收器整合一体的激光测距仪导引飞机发射弹药精确攻击“非常迫近”部位的敌方目标。[13]

制天权的重要性

海军上将马汉是美国最重要的海军战略家之一，他将地球上的海洋视作力量投送和商业活动的媒介，在适当的战略、政策和作战理念控制下，可以为一个国家提供经济和军事优势。[14] 同样，美国对太空日益增多的利用和依赖，要求我们发展出有效的政策和作战理论，以及工具和资源，以确保美国恰当而有效地利用太空。马汉进一步提出了“制海权”原则，呼吁为了国家的目的应不受限制地使用海洋；这种观点直接转化为“制天权”概念。欲获得太空优势，制天权使命不仅需要解决太空监测问题，而且还要解决如何保护美国以及盟友太空资产系统的问题，这些太空系统用于战斗管理、通信与情报，以及阻止对手利用太空系统及服务损害美国国家安全利益。1979 年，太空防御作战中心（SPADOC，后改称“太空控制中心”）在科罗拉多州夏延山基地成立，负责指挥和控制太空监视网络；随后在 1982 年组建了空军太空司令部，继而在 1985 年成立了统一的美国太空司令部。太空有史以来第一次被视作战场，很多我们现今所依赖的太空控制系统，都是在那些年间诞生的。[15]

随着苏联的解体，第一次“太空战争”结束，俄罗斯退出了太空竞赛，美国也基本上停止了对其太空控制系统的重大升级。夏延山的太空控制中心只在“沙漠风暴”后的几年里得到过几次小的升级，该中心的计算机系统仍在运作，并将继续保持当前状态，直到被其下一代系统——现代化的联合太空作战中心（JSpOC）任务系统（JMS）——所取代，新系统计划在 2016 年实现联网。

在“沙漠风暴”以后的年月里，美军大量使用精确制导武器以及船舶和飞机导航技术，对天基平台的依赖变得根深蒂固。我们对最初主要用于基本目的的卫星进行设计改造，投用于全球通信中继，用来指挥遥驾飞机或平台把 ISR 数据转发给空中、地面和海上作战部队。这种依赖性也蔓延到民间，使得太空应用成为航运、银行、农业和娱乐行业的一部分。如果 GPS 系统遭到破坏，仅这一项损失影响就将超过每年 960 亿美元。[16] 卫星产业在整个世界获得蓬勃发展，太空系统在军用和民用领域的应用不断扩大。但由于美国的太空优势几乎无人挑战，我们便安于现状，享受蓬勃发展的太空行业带来的无限好处。

2007 年至今：制天权面临十字路口

2007 年 1 月 11 日，中国发射一枚 SC-19 直升反卫星导弹击毁了自己的气象卫星“风

云 -1C”，一举改变了太空作战环境的现状。[17] 这枚动能拦截弹是中国“东风 -21”中程弹道导弹的改装版，在其发射火箭助推下，以约每小时 17,000 英里的接近速度，直接撞中在 537 英里高度上的卫星——比美国 1985 年反卫星武器试验的高度高出 200 英里。两者造成的后果也不同，冰箱般大小的“风云 -1 C”被摧毁后，形成了一个相当可观的、也是史上最大的碎片场。这次试验之后，根据太空监视网和 JSpOC 的监视，太空目录中增加了数千块可追踪的碎片，更有成千上万碎片因为太小而无法追踪，但仍足以对低轨上的人类太空活动造成安全隐患。[18]

美国的“铱星 -33”与俄罗斯的“宇宙 -2251”通信卫星 2009 年在西伯利亚上空的相撞，是第一次公开证实的两颗完整人造卫星在绕地轨道上发生的超高速撞击事故。[19] 美国国家航空航天局估计，这次卫星相撞制造了 1000 块大于 10 厘米（4 英寸）的碎片。碎片场继续扩大，截至 2011 年 7 月，太空监视网已经收录了超过 2,000 块大碎片。国家航空航天局认为，这个碎片场对国际空间站造成的风险很低，因为国际空间站在碰撞路线之下大约 430 公里（270 英里）的轨道上运行。此碎片场对随后在 2009 年 2 月下旬发射的 STS-119 航天飞机也没有造成严重风险。然而直到今天，在每次太空发射之前，国家航空航天局需要评估与这个碎片场发生碰撞的可能性。最近的事件发生在 2013 年 1 月 22 日，人们相信 2007 年中国反卫星武器试验中击毁“风云 -1 C”所产生的一块碎片撞到了俄罗斯的“太空球透镜”实验小卫星 BLITS，将其撞出了可用轨道。[20] 鉴于美国对其太空资产严重的依赖，至关重要的是，我们必须获得并保持 SSA 能力，能发现、跟踪和识别轨道资产，以及对我们系统构成的其他任何威胁，并且及时开展轨道交会碰撞风险评估，采取有足够把握的措施规避各种意外的或蓄意的威胁。

太空优势体系

当前 SSA：例行维护目录

目前，我们把保持 SSA 的主要精力，放在了观察、了解和预测地球轨道上自然和人造物体的物理位置，目的是避免碰撞。“安全世界基金会”报告说，在低地轨道上有 450 颗运行卫星和超过 10,000 块可追踪碎片；在中高轨道上有 55 颗运行卫星和超过 500 块可追踪碎片；在对地同步轨道上有 400 颗运行卫星和超过 1,000 块可追踪碎片。JSpOC 拥有世界上最先进的轨道跟踪网络，其目录中记载了 21,000 块大于 10 厘米的驻太空物体。[21] 然而，我们还必须应对至少 500,000 块 1-10 厘米大小的碎片，以及几亿块小于 1 厘米的碎片。随着人类将更多的载人和无人航天器送入太空，随着太空碎片场以令人吃惊的速度扩大，以每小时数千英里轨道速度运动的这些物体，无论其大小，都会成为威胁。这个问题影响着美国和所有其它航天国家，影响着政府和企业拥有的所有太空资产。

我们用雷达和望远镜结合，跟踪卫星和太空碎片的位置（见图 1），其中许多设备已经很陈旧，也不是以 SSA 为其主要使命而建造。各种地面雷达，诸如 Globus II、Millstone/Haystack、ALTAIR/TRADEX、弹道导弹早期预警系统、飞行器再入精确搜索相控阵报警系统，以及环形搜索雷达攻击辨识系统等，都起源于 SPADOC 设在夏延山时期的导弹预警谱系。最初，美国陆军于 1968-1970 年之间，在夸贾林环礁的里根试验场建造和运营“ALTAIR 雷达”，用来模拟前苏联雷达的功

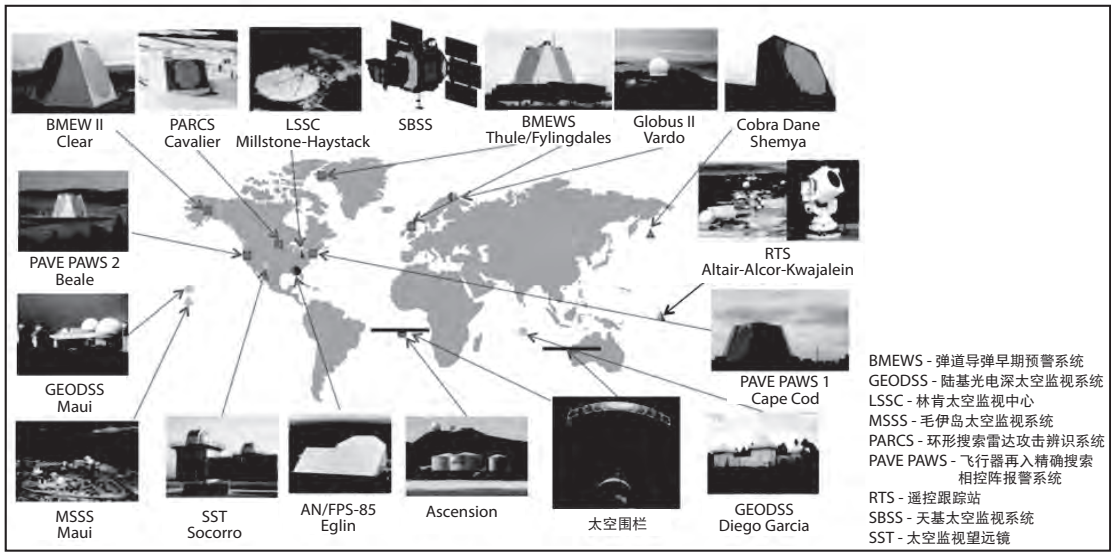


图 1：太空监视网络（2012 年）及未来发展

能。[22] 随着时间的推移，人们认识到雷达可以调整，或者可用于双重用途来同时实施 SSA 使命。我们当前的 SSA 网络的大部分是建立在政府部门之间的合作协议之上，目的在于充分利用支持多种使命的系统。目前正在进行的几项努力旨在向全球合作伙伴扩大这种合作，这其中包括友好国家和商业实体，以提高监测全球太空环境的效率。最近开展的新型“S 波段太空围栏”就是这样一种合作项目，预计在 2017 年联网，并将担当 SSA 网络内的关键角色。[23]

除地面雷达之外，光学系统对 SSA 使命的贡献非常重要。陆基光电深太空监视系统（GEODSS）目前已在新墨西哥州、夏威夷州和迪戈加西亚岛建立了工作站，该系统可跟踪太空中 20,000 多英里以外篮球般大小的物体。GEODSS 在跟踪太空物体、特别是深太空物体方面具有重大作用。超过 1,200 个物体散布在深太空的中高地球轨道、对地同步轨道和高椭圆轨道上。而在对地同步轨道上，部署着极其重要的战略与宽带通信卫星及导弹预警卫星。太空监视望远镜是一种先进的陆基光学仪器，可以在几秒钟内搜索太空中像美国一样大的面积，并能在一个晚上将对地同步轨道带扫描多遍；它的视野要超过多数高能力 GEODSS 视野的三倍，每一个晚上能捕捉超过 1tb（10 亿字节）的数据。数据量如此巨大，就要求我们必须具备足够的地面能力处理和使用这些信息。在不久的将来，随着新雷达和光学传感器的联网，JMS 将成为连接新老能力的纽带，使我们能够最大程度地利用它们提供的数据。

陆基雷达和光学系统是太空监视网络中辨识太空中物体的主力，但它们受到天气、太阳黑点以及它们在地球上地理位置的限制。为利用太空的终极高度来弥补陆地设施的局限性，美国在 2010 年启动了天基太空监视系统。此系统是太空监视网络中能力最强的传感器，具备高容量和快速机动性，不分

昼夜收集信息且不受天气影响，并能提高对跟踪目标的重复探视率。

地面光学、地面雷达和太空光学系统都为保持 SSA 做出重大贡献，但各有自身不可克服的限制。因此，美国必须具备这三种能力，结合起来，才能获得并保持强大的 SSA 能力。鉴于美国对太空的严重依赖，当务之急，是必须有效地调整和利用我们的 SSA 传感器网络资源，及时提供必要的信息，以保障美国的在轨资产安全运行。

未来 SSA：快速辨识新现威胁

新威胁正不断出现，SSA 使命不可继续局限于对太空物体目录的常规维护，而必须向建设预测性、时敏性的一体化作战管理指挥、控制与通信环境，即 BMC3 环境发展。国防情报局在 2012 年和 2013 年向参议院武装部队委员会提交的国家威胁评估中，都提到了中国日益增长的能力和日渐增强的军事太空努力。[24] 国防部长办公室向国会提交的 2013 年中国军力报告详细说明了中国的军事发展，强调指出，中国“正在发展旨在改善其能力以限制或阻止对手在危机或冲突中使用天基资产的多维计划。”[25]

在制太空技术领域，俄罗斯和中国继续研发相关系统和技术，可以干扰或瘫痪美国重要的天基导航、通信和情报收集卫星。北朝鲜已经在南北分界线附近的车辆上安装了苏制干扰装置，能干扰 50-100 公里半径范围的 GPS 信号；另据报道，它还在自主开发超过 100 公里半径的 GPS 干扰器。其它国家和非国家行为者依靠拒绝技术和伪装技术来对抗我们的天基图像情报搜集，进行电子战或信号干扰，并可能袭击我太空资产的地面站点。[26] 因此，美国必须具备能迅速了解其太空系统在何时何处被破坏的能力。

当前指挥与控制：对太空防御作战中心进行现代化更新

联合太空作战中心（JSpOC）任务系统（JMS）项目是太空优势体系的基石，它将取代 1980 时代的 SPADOC 系统，发挥 C2 系统作用，重点放在规划和实施美国战略司令部统属下联合功能组成司令部的太空使命。不同于其它空天作战中心系统，JSpOC 有专门的 C2、SSA 和 ISR 能力，用于支持渗透到许多任务领域的太空控制。

我们可以把 JSpOC 理解为是空中交通管制中心和空天作战中心的结合，但向太空伸展出 22,236 英里的控制跨度。为比较起见，控制塔中的空中交通管制员负责管理塔台周边 200 海里范围内、飞行高度 10,000 英尺的飞机，有效管理空间为 315,000 立方英里。而在地球和对地同步带之间，有效的控制空间为 46 万亿立方英里，管制空间多出大约 15,000 多万倍！由此需要面对各种独特的问题，因为太空有其独特的物理限制，例如太阳导致的黑点可使敏感光学设备每天中有几个小时无所作为，浩瀚的空间也使电磁波必须穿越漫长的距离。这些因素使得我们很难从雷达回波计算出准确的范围尺寸，以及准确辨识太空物体。要承担如此复杂和高强度的计算任务，把传感器平台获得的各种数据整合归纳，融合成有用的 SSA 图像，我们的 JSpOC 操作人员在目前只能依赖分散的、并经常是陈旧的技术平台，诸如 SPADOC 计算机系统、航天动力支持工作站，以及指挥 / 分析 / 星历认证网络（CAVENet）。[27] 鉴于美国严重依赖太空系统而威胁我太空系统的太空物体不断增加，我们不可再继续靠着这些陈旧系统来执行 SSA 使命，维持现状的做法已经不可接受。

JMS 将替换陈旧的 SPADOC 计算机系统和航天动力支持工作站程序及能力，代之以规模可调、可扩展、可持续发展的现代化平台，为二十一世纪的美国建设实施 SSA 使命所需的全套能力。为完成新旧替换，JMS 项目正在开发一个以政府服务为导向的结构（SOA）基础设施，它将支持任务集成，主要采用商业开发的、成熟的政府任务应用软件程序。在这个坚实可靠且规范的 SOA 平台上建设 JMS 非常重要，只有这样才能确保 JSpOC 逐步演进，发展新功能来取代陈旧的服务功能，改进软件应用程序来纳入为操作员定制的新战术 / 战技 / 战规。JSpOC 在 2015 年之后形成的未来能力，将要求我们开发新的应用和新的程序，并利用新的 SSA 数据来源。进一步，我们可以假定，操作者将会找到利用该系统能力的、超出系统设计初衷的创新应用，这种情况在过去一再发生。因此 JMS 必须确保 JSpOC 鼓励并容纳这些创新应用。

JMS 的主要目标，就是更好、更快并可扩展地集成来自更多数据源的各种数据。与 SPADOC 系统相比较，我们期望 JMS 接受并整合不仅是来自传统太空监视网络、例如美国导弹预警雷达的跟踪数据，还有来自其他各种来源的非传统格式化的观测信息和星历、以及来自卫星遥测的定位数据和来自外国传感器的跟踪数据。在许多情况下，这些数据将以网络中心传感器和数据源工作为基础并披露这些数据源，以网络为中心传递。[28]

向太空作战管理、指挥、控制、通信（BMC3）能力演进

2009 年美俄卫星相撞事件以及 2013 年碎片撞击俄国 BLITS 卫星事件提醒我们，差强人意的 SSA 能力必须淘汰更新。形势逼人，太空国家在增多（例如中国、北朝鲜和印度），太空明显越来越拥挤。某些国家不仅宣称而且已经展现了针对美国的太空依赖软肋实施攻击的意图，因此我们必须有能力保护自己的资产。[29] 如果美国想保持最强太空国家的地位，那么，面对日益增长的威胁，我们的 SSA 模式必须与时俱进，而不仅仅满足于例行维护太空物体目录和监控碰撞风险。太空作战界必须象天空作战界的空天作战中心那样，开发 BMC3 能力，其中包括象空天作战中心那样的信息分析、数据融合和威胁识别能力。

沿循以目录维护为重点的例行（和平时期）SSA 做法，将不足以应对、甚至不足以及时预警潜在对手的攻击。太空联合职能组成司令部在开始制订应对轨道事件——诸如卫星对冲、碎片崩撞、或者潜在的反卫星武器攻击等——的行动方案之前，卫星运行中心和 JSpOC 的决策者们需要首先拿出能反映太空当前态势的作战行动图，图中应包括所有可以影响太空物体的地面资产，并有足够的时间开展“观察—判断—决策—行动”分析，在指挥链适当的层级达成“行动”决策。这不是一件容易的事情。

空军太空司令部内的部门已经开始通过“杀伤链”分析研究这个问题，深度检视技术需求、物资解决方案、程序更改、ISR 需求，以及作战行动概念等，决策者依据这些必要行动概念实施为太空行动人员规划及由太空行动人员操练并改进的行动方案。杀伤链分析需要传统 C2 中的组成元素；但是太空不再是我们的乐土，对威胁的响应时间已经被压缩得极短，为制天权历史上前所未见，因此我们的 C2 必须与 JSpOC 以外——如国家空天情报中心、国家安全局、国家侦察行动中心，或任何有太空控制需求、ISR 或太空作战专门知识的其他部门——的通信节点更加紧密

地整合。这种现代化的C2——加上“Communication”即通信，合称为C3——为有效的危机管理所必不可少。战斗管理和C3的结合，即BMC3，则是我们在当今拥挤、抗衡和争夺制天权的太空环境中为建设太空优势体系所必须。太空BMC3将超越例行的稳态的做法，对可能影响我太空资产的高可疑目标进行战术监视。在及时指认和预警系统的支持下，这个框架可以灵活调整对战术事件的准备及响应，同时继续保持太空物体目录维护的全球能力（图2）。

这种新的太空态势所要求的，还不仅是对陈旧硬软件升级换代；为增强当前的作战能力，太空优势系统局已经联手JSpOC、美国战略司令部和其它作战司令部，共同设计和试用新开发的战术性监视方案。我们通过协作“对抗练习”，从当前作战行动系统和原型系统中提炼出那些将支持特定危机事件处理的部分，准确演练它们如何提供支持。这些演练使用试验台和原型分析工具，并注重降低技术风险，消除整合进度的时间风险，从实战角度提供演练质量回馈以排出解决问题的轻重缓急，并且公布战术—响应问题，让更多致力于解决研究和开发的人员参考和了解，从而减少实施过程中的整体风险。

在建设太空优势的努力中，我们尽管在加强灵活性方面取得了重大进展，仍需继续关注当前，确保当前静态的任务分配流程能变得更加灵活，能适应迅速变化的威胁。这些流程需要考虑把非传统传感器整合到JSpOC SOA平台和操作者的工作区。数据将以不同的格式和保密等级传送到JSpOC。JSpOC SOA平台将解读并融合数据，通过用户定义的行动方式，以需要的最快速度——全然不同于目前习以为常的数小时或数日延迟——将数据传送给太空操作员和情报分析员。太空运营者的可用数据数量在不断增加，更紧迫要求我们以有待完善的方式，尽量快速地收集、处理和利用情报信息。这种能力现在已经存在，但是我们需要将之自动化，无需开发人员或工程人员的干预。这些数据应能通过商定的交换格式与各种系统兼容，数据的输出应能在军用和民用经营者之间随时共享。情报运作单位将能通过战术时间线随时利用动态数据，通过以网络为中心的手段向世界各地作战人员迅速传发原始情报，这些作战人员将能通过其用户自定义操作图景来解释信息。

在此新的太空态势之中，我们现有的功能中有一些将需要调整其角色。情报资产已经在辨识太空物体和引示预警资源等方面发

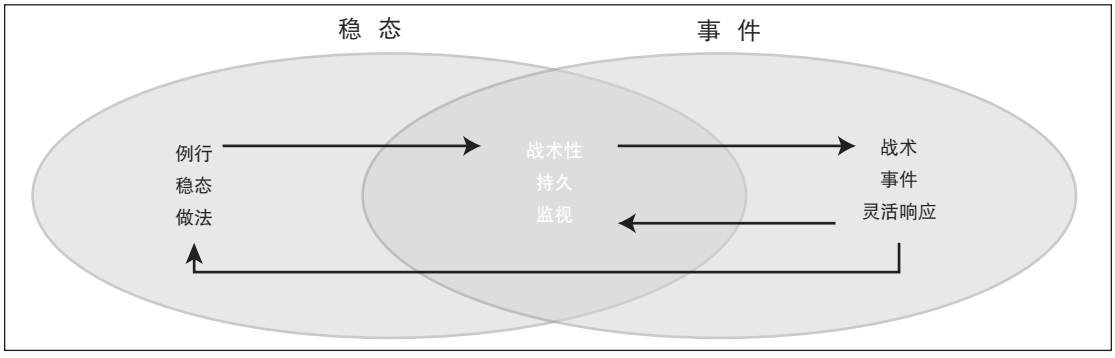


图2：改变太空态势感知的作战节奏

挥关键作用，为规划太空的行动计划奠定了基础，但是它们现在开始进入新角色，这就是提供战术确证和太空事件溯源。以航空界基础性情报来源发现潜在对手正在开发新飞机为例。情报界会使用其资源和专门知识来确定新现威胁的能力和详细特点，这种基础性情报收集是关键性和长期性的。但是在对手造出飞机并投入使用之后，我们就需要另一种类别的情报，这种情报着重于搜集快速发展的闪逝性信息，这些信息非常稀散，因为对手竭力避免被发现。此时情报搜集者的最终目标不是拍摄到高保真图片，而是迅速取得指纹印记（例如：此信息指向或匹配哪一种威胁？）。我们能做到这些，但必须强调及时性。大量的信息系统已经存在，我们可以获得这些情报技术资产。我们需要做的，是把这些系统无缝整合到我们的一系列战术 / 战技 / 战规之中，能提供符合决策者所需质量的及时信息。

未来架构

为保持太空优势，我们必须将 BMC3、SSA 以及战术情报紧密地结合到一种架构中，使决策者确定行动计划只需要几小时而不是几天。当今的 BMC3、SSA 和太空控制结构只是松散地结合，未来的结构必须体现更紧密的结合。我们可以把一系列具体解决方案整合到太空优势结构中。由于目前政府实施自动削减开支政策，影响了我们提升当前能力和领先潜在对手的努力，在这种情况下，我们必须解放思想，创造性地设计出着眼于 2020 及更长远未来的新太空优势结构 。

和航空界的 C2 系统一样，太空优势 BMC3 系统应通过利用联合的 SOA 平台和数据开采系统内的 ISR 数据而发展和演进。现代计算技术的进步已经使我们有能力自动梳理不同来源的海量信息，生成决策者可用的情报。这些数据必须符合通用数据模型，能在各种计算系统之间交换。在 JMS 系统的第一次增量中，初始交付的 SOA，以及后续的各种改进，应考虑能促进跨区域的发展，使 JSpOC 能够与世界各地的空天作战中心相连，并以所需的快速度共享 BMC3 数据。

空军和情报界的机构已经在把 ISR 数据融合中心从烟囱式竖向系统（例如分布式共用地面系统 [DCGS] 和全球指挥控制系统 [GCCS]）转向联合 SOA（例如当今的 DCGS SOA 和 GCCS 的下一代系统，即联合指挥与控制）。但这种相互连接的、联合的 SOA 只允许我们有限尝试各 SOA 之间的新数据融合技术。为解决此问题，太空优势系统局和空军研究实验室正协作建设一种以行动为导向的快速协作应用开发环境（ARCADE），作为解决未来 JSpOC 需要的减少风险的关键工具。ARCADE 将运行 JSpOC 的最新软件版本，它将模仿可在多个安全层级上运行的 SOA。企业开发商、政府部门、大学等，都可以使用共同的数据模型和软件开发工具套件测试和开发应用程序，为我们在发行 JMS 的未来版本时提供多种选择。这样的协作开发环境将允许新的技术在被纳入软件整合进程并构成可运行的 SOA 之前就已相对成熟，从而降低我们的风险，同时仍能允许在操作相关环境中进行新功能测试。JSpOC 操作者将会深入了解 ARCADE，就升级选项提供反馈意见，这些意见将对需求与规划委员会——JMS 体系中确定需求的机构——至关重要。通过 ARCADE 和理事会程序，未来的 JSpOC 操作者和太空优势系统局的采购领导人能够将 BMC3 推向更加无缝整合的空天 ISR 集成，为决策者提供完整、可靠、及时的太空态势感知，

有效应对拥挤、抗衡和充满竞争的太空环境的挑战。

结语

为在不断变化的环境中保持太空优势，美国必须找到扩展当前 C2、SSA 和 ISR 系统能力的途径，同时应投资于开发新的、能力更强的、具备韧弹性的更优系统，来保持对太空的控制。在越来越拥挤的太空中，超过 1,000 颗卫星和数以千万计太空碎片在 46 万亿立方英里空间内绕地球作轨道运转，又有其它国家在不断挑战美国的太空优势地位，因此，维持一套强大的陆基和天基传感器来收集数据，建立我们的 SSA 能力，是最重要的当务之急。

要想更好地保护美国在太空的国家利益，就要求我们改变思维角度，从当前以太空物体目录维护和事件取证分析为主，转向实现 SSA、BMC3 和空天一体 ISR 的无缝集成。在这里，关键的区别是，C2 所反映的是以稳定、无抗衡的太空环境为背景的、反应时间可以从几个小时长到几天的思维形态；而 BMC3 需要另一种思维形态，这就是必须面对迅速演变的、可能对美国国家安全和上万亿美元太空投资造成破坏的威胁，保障决策者缩短决策时间，做出近实时的最快决策。

随着能力更强大的传感器和 C3 系统技术问世，未来的太空作战管理中心将能更好地处理未来事件，更容易升级换代，并能无缝整合来自地面、天空和太空的呈几何级数增长的 ISR 数据。保卫美国国家安全卫星的任务，依赖于整个太空界的持续支持，需要我们共同努力，协同反击中国、俄罗斯、伊朗和北朝鲜干扰、阻止和拒绝我们安全和持续进入太空的企图——无论是和平时期，还是战争期间。[30] ♣

注释:

1. President Barack Obama (remarks before the Australian Parliament, 17 November 2011) [奥巴马总统 2011 年 11 月 17 日在澳大利亚国会的演讲], http://www.whitehouse.gov/the-press-office/2011/11/17/remarks-president-obama-australian-parliament.

2. Mark A. Stokes with Dean Cheng, China's Evolving Space Capabilities: Implications for U.S. Interests [中国演变中的太空能力对美国利益的影响], (Washington, DC: US-China Economic and Security Review Commission, 26 April 2012), http://project2049.net/documents/uscc_china-space-program-report_april-2012.pdf.

3. Senate, Annual Threat Assessment, Ronald L. Burgess Jr., Lieutenant General, USA, Director, Defense Intelligence Agency, Statement before the Senate Armed Services Committee, [年度威胁评估，美国国防情报局局长 Burgess 陆军中将在参议院武装部队委员会的证词], 112th Cong., 2nd sess., 16 February 2012, http://www.dia.mil/public-affairs/testimonies/2012-02-16.html.

4. 同上；另参看 Senate, Annual Threat Assessment, Michael T. Flynn, Lieutenant General, U.S. Army, Director, Defense Intelligence Agency, Statement before the Senate Armed Services Committee, [年度威胁评估，美国国防情报局局长 Flynn 陆军中将在参议院武装部队委员会的证词], 113th Cong., 1st sess., 18 April 2013, http://www.armed-services.senate.gov/statemnt/2013/04%20April/Flynn_04-18-13.pdf; 另参看 “Russia Delivers Radar Jammers to Iran” [俄罗斯向伊朗提供雷达干扰装置], Space Mart: Space Industry News, 25 October 2011, http://www.spacemart.com/reports/Russia_delivers_radar_jammers_to_Iran_999.html; 另参看 Patrick Winn, “North Korea's GPS Jammer Brigade” [北朝鲜 GPS 干扰任务旅], Global Post, 16 September 2011, http://www.globalpost.com/dispatch/news/regions/asia-pacific/110916/north-korea%E2%80%99s-gps-jammer-brigade-spy-plane.

5. Senate, Worldwide Threat Assessment of the US Intelligence Community, James R. Clapper, Director of National Intelligence, Statement for the Record to the Senate Select Committee on Intelligence, [美国情报界全球威胁评估，国家情报总监

James R. Clapper 在参议院情报委员会证词记录], 113th Cong., 1st sess., 12 March 2013, http://www.dni.gov/files/documents/Intelligence%20Reports/2013%20ATA%20SFR%20for%20SSCI%2012%20Mar%202013.pdf.

6. 传感器眩盲器是一种定向能武器，是用强大的定向辐射光束使卫星传感器暂时致盲或扰乱其目标。

7. AU-18, Space Primer [太空入门知识], (Maxwell AFB, AL: Air University Press, September 2009), 68-72, 273-81, http://space.au.af.mil/au-18-2009/au-18-2009.pdf.

8. “烟囱式”是指设计和建立一个隔离的系统，不考虑未来连接性或者与其它系统的集成。

9. Anatoly Zak, “Spacecraft: Military; IS [Istrebitel Sputnikov] Anti-satellite System”[航天器：军事战斗机卫星反卫星系统], Russianspaceweb.com, 24 December 2012, http://www.russianspaceweb.com/is.html.

10. Dr. Raymond L. Puffer, “The Death of a Satellite”[卫星之死], Air Force Flight Test Center Moments in History, 13 September 1985, http://web.archive.org/web/20031218130538/www.edwards.af.mil/moments/docs_html/85-09-13.html; 另参看 Craig Covault, “China's Asat Test Will Intensify U.S.-Chinese Faceoff in Space”[中国反卫星武器试验将加剧美中太空对峙], Aviation Week and Space Technology, 21 January 2007, http://web.archive.org/web/20070127122105/http://www.aviationweek.com/aw/generic/story_generic.jsp?channel=awst&id=news/aw012207p2.xml.

11. “Desert Storm: The First Space War”[沙漠风暴：第一次太空战争], 收录于 Gray Space and the Warfighter [灰色太空与战士], 17 June 1997, http://www.au.af.mil/au/awc/awcgate/grayspc/dstorm/dstorm.htm.

12. 同上。

13. Maj Michael J. Muolo, Space Handbook: A War Fighter's Guide to Space, [太空手册：战士太空指南], vol. 1 (Maxwell AFB, AL: Air University Press, 1993), chap. 5.

14. 见注释 7，第 137 页。

15. Benjamin S. Lambeth, “A Short History of Military Space”[军事太空简史], Air Force Magazine, December 2004, http://www.airforcemag.com/MagazineArchive/Pages/2004/December%202004/1204space.aspx.

16. Nam D. Pham, PhD, The Economic Benefits of Commercial GPS Use in the U.S. and the Costs of Potential Disruption [GPS 商业应用在美国的经济效益及其潜在中断的代价], (Washington, DC: NDP Consulting Group, June 2011), 2, http://www.saveourgps.org/pdf/GPS-Report-June-22-2011.pdf.

17. Shirley Kan, China's Anti-satellite Weapon Test, [中国的反卫星武器试验], CRS Report for Congress RS22652 (Washington, DC: Congressional Research Service, 23 April 2007), http://fpc.state.gov/documents/organization/84322.pdf.

18. National Aeronautics and Space Administration, “An Update of the FY-1C, Iridium 33, and Cosmos 2251 Fragments”[有关风云 -1C、铱星 -33 和宇宙 -2251 卫星的碎片更新信息], Orbital Debris Quarterly News, 17, no. 1 (January 2013): 4-5, http://orbitaldebris.jsc.nasa.gov/newsletter/pdfs/ODQNv17i1.pdf.

19. National Aeronautics and Space Administration, “Satellite Collision Leaves Significant Debris Clouds”[卫星相撞留下大量碎片云], Orbital Debris Quarterly News, 13, no. 2 (April 2009): 1-2, http://orbitaldebris.jsc.nasa.gov/newsletter/pdfs/ODQNv13i2.pdf.

20. Leonard David, “Russian Satellite Hit by Debris from Chinese Anti-satellite Test”[俄罗斯卫星被中国反卫星试验碎片击中], Space.com, 8 March 2013, http://www.space.com/20138-russian-satellite-chinese-space-junk.html.

21. Brian Weeden, Going Blind: Why America Is on the Verge of Losing Its Situational Awareness in Space and What Can Be Done about It [为什么美国即将失去太空态势感知以及我们应该怎么办 ?], (Broomfield, CO: Secure World Foundation, 10 September 2012), 10, http://swfound.org/media/90775/going_blind_final.pdf.

22. Philip A. Ingwersen and William Z. Lemnios, “Radars for Ballistic Missile Defense Research”[弹道导弹防御雷达研究], Lincoln Laboratory Journal, 12, no. 2 (2000): 245-66, http://www.ll.mit.edu/publications/journal/pdf/vol12_no2/12_2ballisticmissiledefense.pdf.

23. Senate, Space Acquisitions: DOD Faces Challenges in Fully Realizing Benefits of Satellite Acquisition Improvements, Statement of Cristina T. Chaplain, Director, Acquisition and Sourcing Management, before the Subcommittee on Strategic Forces, Committee on Armed Services, [太空采购：国防部面临如何充分认识改进卫星采办所获收益的挑战，采办和资源管理局局长 Cristina T. Chaplain 在参议院武装部队委员会战略力量小组委员会的证词], 112th Cong., 2nd sess., 21 March 2012, http://www.gao.gov/assets/590/589500.txt.

24. 见注释 3 和 4 中 2012 年及 2013 年“年度威胁评估”。

25. Office of the Secretary of Defense, Annual Report to Congress: Military and Security Developments Involving the People's Republic of China, 2013 [提交国会的年度报告：中华人民共和国 2013 年军事与安全发展], (Washington, DC: Office of the Secretary of Defense, 2013), 9, http://www.defense.gov/pubs/2013_China_Report_FINAL.pdf.

26. 见注释 4 中 2013 年“年度威胁评估”。

27. 最繁杂的计算是在 ASW 上完成，这是一套设在 CAVENet 中的软件应用程序，它提供更高精确度的卫星目录，用于轨道交会碰撞风险评估，保证太空飞行安全。所谓“星历”是一张表，其中列出各种天体在某特定时期内一系列特定时间的坐标位置。CAVENet 是一套陈旧系统，一直由 JSpOC 使用，这个系统由 1990 年代早期的“硅图形公司”工作站和服务器组成，它是一个离线任务的支持系统，用于若干太空监视任务和深度分析。

28. Maj Michael Morton and Mr. Timothy Roberts,“Joint Space Operations Systems (JSpOC) Mission System (JMS)”[联合太空作战系统（JSpOC）任务系统（JMS）], (presentation, Advanced Maui Optical and Space Surveillance Technologies Conference, 2011), http://www.amostech.com/TechnicalPapers/2011/SSA/MORTON.pdf.

29. 见注释 4 中 2013 年“年度威胁评估”。

30. Andrea Shalal-Esa,“Pentagon Cites New Drive to Develop Anti-satellite Weapons”[五角大楼谈发展反卫星武器新动力], Reuters, 7 May 2013, http://www.reuters.com/article/2013/05/07/us-pentagon-satellites-idUSBRE94614E20130507; 另参看注释 5 中“全球威胁评估”。

马克・贝尔德，美国空军上校（Col Mark A. Baird, USAF），佛罗里达州立大学理学士，阿肯色大学理科硕士，现任驻加州洛杉矶空军基地的太空优势系统部主任，领导使美军具备获取、保持并利用太空优势能力的太空控制系统的采购；他管理数十亿美元的预算，领导一个 350 名人员的项目办公室，以及遍布全国各地、拥有千名员工的工业团队以支持全球范围的运作系统。贝尔德上校领导一个国家最高优先的复杂而动态的太空优势能力体系的规划、研发、测试、部署和维护。上校于 1989 年以佛罗里达州立大学空军后备役军官训练团科目优秀毕业生资格投入现役，在其军旅生涯中曾担任过各种采购职务，包括替补合同官、采办合同官、项目主管、总部参谋官、中队指挥官、及资深装备主管。贝尔德上校也曾担任国会研究员并在产业界从事研究。

精确至纳秒的GPS保障美国在现代战争中的太空优势

Space Superiority, Down to the Nanosecond: Why the Global Positioning System Remains Essential to Modern Warfare

伯纳德·格鲁博，美国空军上校（Col Bernard J. Gruber, USAF）
乔恩·安德森，美国空军退役上校（Col Jon M. Anderson, USAF, Retired）

为保持我们的太空优势，空军将继续推进 GPS 现代化计划。

——查克·哈格尔，美国国防部长

时间回溯到 2008 年奥运会。美国选手菲尔普斯以超出塞尔维亚选手查维奇百分之一秒的成绩赢得其第七枚游泳金牌，他令人惊叹的最后一搏载入史册。无论我们如何想象，这场历史性比赛所表现出的时差已无法用肉眼察觉，但是对于全球定位系统（GPS）来说，百分之一秒的误差将可能酿成灾难。[1] 为何如此？对 GPS 而言，每 1 纳秒（0.000000001 秒）会导致地球上大约 1 英尺的误差。换言之，菲尔普斯微弱的胜利时差将产生令人难以置信的错误——将近 1,000 万英尺或者大约 1,894 英里的误差。虽然 GPS 提供的不仅是报时服务，这项可测量值，和其他的太空优势和力量倍增能力一样，已成为其一项关键的标志。美军联合出版物 3-14《太空作战》将本文的重点“太空优势”定义为：“在太空中一方部队对其他任何部队拥有巨大强势，此强势程度能确保己方部队在给定时间和地点开展作战而对手**无法经由天基威胁实施过度干扰**。”[2]（粗体强调为笔者后加）在“沙漠风暴”行动中，当时尚未全面运作的 GPS 系统首次用于作战，这场战争因此被广泛称为“第一次太空战争”。[3] 从“铺路洼”直升机实施首轮空袭，到施瓦茨科普夫将军发起著名的“左勾拳”行动，甚至在接收器部署非常有限的情况下，GPS 都发挥了关键的力量倍增器作用。[4] 此后，GPS 又经历了“持久自由”行动的洗礼，几十年来一直是美军太空优势能力的皇冠明珠。然而，新现的威胁和日益先进的外国能力，对美国保持技术和作战优势构成新的挑战。

由美国空军免费提供并由空军太空司令部购置和运作的 GPS 系统，是美国的一项重要国家资产。GPS 是美国经济与军事实力的显著象征，其性能、成本及可用性举世无国能与争锋，其使用者现在超过 10 亿人，其应用已被纳入 20 亿件以上的各种商业和军事设备。[5] GPS 的应用广泛而多样，从飞机导航到网络同步，可谓无所不在。

虽然法律保障全球用户都能使用 GPS，该系统也是我们国防的一个重要组成部分，是国防部政策定义下的太空优势的明确保障因素。本文着重讨论 GPS 如何成为美军作战和美国商业能力的组成部分，为什么它对美国的经济实力和军事优势仍然至关重要，以及未来将如何完善。本文并以独特的类比和实例加强论证。

GPS 的重要性

“定位、导航、报时”，缩写“PNT”，是美国政府部门的一个常用词，外界普通民众则很少知道。在同一个术语下，这三大功能有效整合了为提供关键定位信息、导航功能和报时广播所需的多种系统、政策和活动。从多方面看，PNT 都是一种蓬勃、健康的全

球体系，这主要是因为 GPS 的全球覆盖和普及——自 1973 年 GPS 项目办公室启动以来，美国一直向全球提供免费的 GPS 服务。

今天，超过 330 万份工作依赖 GPS 技术，其中包括 GPS 制造业中大约 13 万份工作和其下游的商业及 GPS 密集应用型产业中的 320 万个工作岗位。如此丰厚回报，我们预计 GPS 的商业应用将继续在各个行业增长。GPS 系统的相关技术将每年创造 1224 亿美元的收益，当系统技术的渗透率在下游商业和 GPS 密集型产业中达到 100% 时，将直接影响到这些行业中超过 580 万份工作。[6]

事实证明，GPS 非常出色和成功，获得普遍接受，因此俄罗斯、欧盟和中国都仿而效之，分别进入了部署同类系统的不同阶段。此外，有 50 多个国家已经着手研发 GPS 系统的强化技术。在许多方面，GPS 系统是第一个真正的全球化应用实例，随着新的 GPS 商用技术每年不断涌现，这个系统将显示出更强大的生命力。GPS 系统还成为盟国军方互通操作的象征，美军和 55 个盟国签有协议，授权他们使用美国的军事精确定位服务。

GPS 的成功，很大程度上是因为其性能、成本和可用性远远超过其他系统或技术。传统的无线电导航辅助设备不够准确，而且也不能覆盖全球。惯性系统虽能达到非常精确的短期精度，但是物理学原理使其准确性随着时间推移而减低，除非定期与 GPS 或类似系统同步调校。原子时钟能准确记录时间，但是费用很高，需要相当程度的电源和散热控制。有前途的新技术，例如芯片级原子钟、冷原子惯性系统和 Wi-Fi 导航等，都能够减少对 GPS 的单一依赖，然而，它们可能无法提供同样的准确度以及可预见未来的普遍可用性。相反，这些技术如与其它传感器整合一起——特别是与 GPS 整合时，发挥得最好。如此看来，即使各种武器系统不断纳入新技术，美国军方仍将继续依赖 GPS。[7]

GPS 的历史背景

与手机、计算机和互联网一样，GPS 获得世界各地普通民众、盟友和对手军方的广泛应用。从 30 多年前第一颗 GPS 卫星发射以来，此技术彻底改变了导航和精确报时。从 1978 年 2 月 22 日发射第一颗 GPS 卫星开始，任何用户，无论是军用或民用，都可以在 GPS 的 L1 频段（1575.42 MHz）上接收未加密粗控码（C/A 码）。

该系统问世之后，军方领导人一直对 GPS 提供的精确 PNT 被普遍使用而无法做到敌友有别的现状表示关注；故而，其“军民两用”现象曾经不时引发军方和民间用户之间的摩擦。随着商界对 GPS 的使用和依赖增加，“特供”做法（Selective availability）——军方为限制全球外界使用 GPS 定位及报时功能而故意加大 GPS 误差的原始手段——所造成的不满不断加深，终致美国政府无法忍受而出面干涉。“特供”做法背后的概念涉及对精确定位和报时的利用，精确度成为区别军方用户和民间用户之间的分水岭。军方将信号精确度故意降低到 100 米误差，而获授权用户可通过解密钥匙来消除此误差。这种做法受到 GPS 民间用户的强烈反对，各种规避解码技术也随之应运而生。美国交通运输部甚至出资开发了 GPS 差分接收器系统，表明联邦政府中各部门之间的内斗内耗必须加以解决。

1983 年 9 月 1 日，韩国航空公司 007 航班客机在日本海上被前苏联军机击落，此事件凸显出全球民用导航系统的迫切需要。随

后美国出台了一系列政策行动，倡导民间和商业采用 GPS，其中包括 1996 年 3 月的一项“第六号总统决策行政命令”，至 2000 年 5 月以政府责成军方关闭“特供”功能而达到高潮。[8]“特供”做法的取消，使 GPS 的民间用户能接收到早先只有美国军方才享有的可靠精确信号，而且引发了测绘、农业和地球科学等领域大量开发高精度民间应用技术的爆炸式增长。2007 年 9 月 27 日，白宫宣布“特供”功能将不再列入未来 GPS 卫星的采购中。今天，提供给美国军队、民间用户或者对手的 GPS 服务，其信号精确度几乎没有差别。

美国空军还采取了更多措施，承诺民用性能将达到特定级别，并将此承诺用美国法律来加固。1993 年首次公布的 GPS“标准定位系统性能标准”(SPS PS)，以星座覆盖范围、信号精确性和 C/A 码用户的完整性为标准，建立了 GPS 服务的最低基准水平。这些 GPS 性能指标——对于生命安全应用特别重要——使得联邦航空管理局和国际民用航空组织能够为商业航空使用 GPS 系统进行认证。SPS PS 标准多年来数次更新，最近的一次是在 2008 年，并将继续调整，以适应新民用信号的部署。美国政府对民间用户全球定位系统标准的承诺，使得接收器制造商和其他商业开发者能投入资源，基于准确、可靠和全球可用 GPS 信号，开发产品和服务。随着欧洲“伽利略”系统和中国“北斗”系统等新的全球导航卫星系统加入运行，用户也将要求这些系统的服务商作出类似承诺，特别是在有关生命安全的应用方面。

GPS 系统已运行 30 多年，其间不断对卫星的运行控制段进行改善。运行控制段的一项职能是对卫星星座的健康和状况实施监控。该段生成有关 GPS 卫星轨道和每个 GPS 航天器上原子钟的数据，所有接收器用户都使用这些数据来计算自己的位置和定时。仅在过去十年，这些改善将太空信号用户距离误差降低了 50%。在 2013 年 4 月 21 日，GPS 系统记录到的用户距离误差仅为 51.4 厘米，创造了历史最低误差记录。[9] 和美国政府担保的最低误差标准 6 米相比，这一成就相当惊人。[10] 此外，从 2005 年开始，国家地理空间情报局增加了 10 个监控站，使 GPS 监控站的数量增至原来的三倍。这些新增的监控站提供更多的数据，从而改善了控制段对卫星轨道和原子钟时间补偿的估算，为用户提高了精确度。事实上，GPS 的时间刻度目前与华盛顿特区美国海军天文台保持的时间标准，相差不超过 5 纳秒。

这些改善措施确保 GPS 系统对美国太空优势的重要性将继续下去。再者，已经投入系统建设的大约 320 亿美元，以及可以预期的对系统的进一步完善，将让作战将士们放心使用和继续依赖 GPS 的可靠属性。然而，“特供”做法的废除，加上对全球民用 GPS 服务精确度的持续和显著的改进，也成倍加大了 GPS 系统的军民两用性所带来的挑战，为潜在对手提供了低成本的精确 PNT。

GPS 在导航战时代

1996 年，第六号总统决策行政命令 NSTC-6（NSTC 指国家科技委员会），即《美国全球定位系统政策》，指示国防部保护美军在干扰环境中使用 GPS，开发阻止对手使用的手段，并保证军事行动区域外民间用户不受影响。[11] 虽然这一通称“导航战”的政策行动中的许多组成元素早已存在，但是上述保护—阻止—保证三原则意味着：GPS 的使用增长已经超出了其早先的安全功能设计，因此需要另辟新途——找出不需采用“特供”功能的新方法。导航战的原则进一步经国会

指示纳入美国法典第十卷条文和白宫 2004 年对天基 PNT 的政策条文。鉴于 GPS 无处不在的性质，鉴于尖端及强大干扰威胁的不断弥散，美国军事领导人及美国政策对 GPS 的关切证明我们需要采纳新的战略选择。

美国战略司令部 2006 年编写的《定位、导航、报时联合能力文件》指出：“其它任何能力都比不上 PNT 那样如此深入到联合行动的肌理之中”。[12] 虽然 GPS 不是美国军方唯一的 PNT 来源，但的确是大多数用户的首要来源。和位于其下的最佳替代技术相比，GPS 简单、廉价、可靠，而且高度精确。它不仅改变了美军的导航方式，而且改变了其作战方式。与其民用同行一样，美军陆、海、空及海军陆战队作战界早已视 GPS 普用性为理所当然，在他们的作战经历中，GPS 的作用几乎无时不在，无处不在。

GPS 虽然在大多数环境中能发挥显著作用，但也有局限性。其信号强度较弱，远低于 GPS 接收机的环境噪音水平，容易被建筑物和地形所屏蔽。此外，GPS 信号对水下、地下或密林没有穿透力，不如其他一些信号。再者，GPS 信号易受无线电频率有意或无意的干扰。GPS 用户获得的时间或位置的准确性与用户与可见卫星之间的几何关系直接相关，如果天空某部分被遮蔽，信号功能便受影响。为此，《联合能力文件》列出了使用 PNT 中的若干个主要问题，包括接收 PNT 环境中的“地理空间障碍”，如室内、水下和地下，以及自然峡谷和城市峡谷。

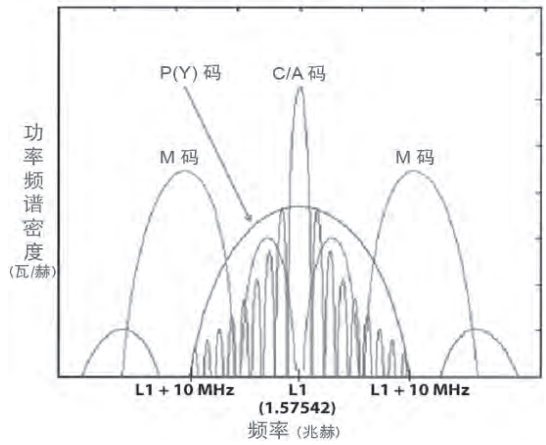
与使用惯性导航系统和本机时间源的个人不同，使用 GPS 的 PNT 用户必须依赖外部的无线电信号。和雷达及无线电通讯的情况一样，对手可以各种方式干扰这些信号——正是出于这种考虑，导致最初的 GPS 开发人员在设计中纳入了安全加密和抗干扰功能。安全军事信号，即 P(Y) 码，由美国军方、一些联邦机构和若干同盟国军队使用。此代码信号向军事用户提供安全保证功能，并比民用的 C/A 码信号更具抗扰能力。如今军方用户可以使用两个频率，而不是象民间用户那样只有单一频率可用。信号加密还造成了军方的特权，只有授权用户能使用特供的高精信号；但现在许多高精度商用接收机利用新技术来破解这种加密的障碍，从而充分利用军事信号的各种基本特征。这些技术的应用不断扩散，促使美国政府作出保持信号特征的承诺，直到下一代民用信号编码能够全面投用，并且能从 GPS 星座获得。

GPS 用户的抗干扰手段以若干形式存在，从飞机上自然机身掩蔽和地面用户的地形掩蔽，到诸如适应性天线阵列、窄带频率过滤器、与惯性传感器“紧密”一体化等多项技术创新。军用 GPS 接收器与商用接收器的一个不同之处是，前者设计成能在干扰环境中运作，一般来说更坚固耐用。并且，它们通常使用比现代化的商用 GPS 接收器更陈旧些的技术，主要原因是考虑到商用产品寿命周期更短，而军用电子设备有独特要求，并且军用接收器的采购过程不同一般。军用飞机、舰船和一些导弹等军品中使用的高端系统，通常纳入一体化导航系统而成为其一部分。很多时候，它们在最可能发生的威胁、即在基于地面的干扰范围之外运作。近年来，研发注意力主要集中于低端用户，尤其是军用手持 GPS 接收器，这种接收器也广泛地应用于车辆。对于这些用户而言，尺寸、重量和成本是关键的因素，而用于飞机的抗干扰技术对他们而言用处不大。为此，空军太空司令部把GPS现代化和军事信号保护视为优先要务。

GPS 的现代化

如何禁止敌人使用 GPS，同时将禁用的影响限制在局部地理区域内，唯一可行的方法是运用局部电子战。不幸的是，GPS 的民用和军用信号共用相同范围的频率。虽然军方最初时还使用另一个不受民用信号影响的频率，但是来自民用机构的压力迫使这个频率也变成了军民两用。空军努力搜寻一种易行的解决方案，希望军方对 GPS 的使用能承受民用 GPS 信号的“友好”干扰，并循此思路开发出一种新的军用信号，即军用代码（M 码）。这种代码同样使用当前的共用 GPS 频段，然而又与民用信号充分地区分开来，能在民用信号的友好干扰下，为军方用户提供安全的 GPS 信号。按照白宫和国会要求阻止对手使用 GPS 的指示，现代化接收器必须做到在友好干扰环境中坚固耐用。M 码信号与民用 GPS 信号的频谱分离（见右图），结合现代化信号处理，使作战人员能够安全地进行定位导航，同时积极地干扰敌方使用基于卫星的导航系统。如此，我们可以确保长远未来的太空优势。

第一颗 M 码 GPS 卫星于 2005 年发射，第 12 颗卫星在 2013 年发射。到 2017 年，现代化 M 码卫星将达到 24 颗，向美军和盟国用户提供全球覆盖能力。M 码的优势，除了“频谱分离”（即 M 码的频率分配不会直接与民用信号重叠）之外，还有其他几项。例如，这种设计以其固有特征提高了军事信号的精确度和抗干扰能力，而且还包括几种增强的安全功能。星载发射机的功率更强——抗干扰能力的关键属性之一——具备了超越友好接收器所必需的干扰功率，从而使得那些更高功率干扰器更容易被发现、定位和锁定。GPS III 卫星项目已有 8 颗现代化卫星获得批准，其所提供的 M 码信号功率要比 GPS II 卫



图：L1 频段范围的 GPS 频谱（主要 GPS 频率）

星提供的旧版军事信号强 8 倍。[13] 虽然这种额外的功率本身不能战胜已知的威胁，但功率更大就能对其它所有抗干扰技术构成补充。更多功率能为信号指示器增添更多“条码”，可使信号穿透遮盖的大树甚至建筑物；此外，它能克服野外经常出现的各种令人烦恼的干扰源。额外的功率将来自未来 GPS 卫星上先进的波束赋形天线，将进一步改善受阻和高干扰状态下的服务功能。

GPS 的成熟过程类似于雷达的发展。从第二次世界大战初期到今天，对技术的不懈追求已经使雷达性能臻至完善。从早期的连续波雷达发展到单脉冲雷达，随后是脉冲多普勒雷达和相控阵雷达，直到当今最先进的合成孔径雷达。此外，美国军方、民间和世界各地的用户依赖“敌友识别”雷达频率来区分友军与敌军。

同样，原始的 GPS 信号是在 1970 年代设计的，大约同一时期，史蒂夫·乔布斯和史蒂夫·沃兹尼亚克设计了第一代苹果计算机。M 码包含了现代信号的设计，含有复杂的信号处理技术，当这些技术与 GPS III 卫星中的更高信号功率相结合，就能减损敌军对

GPS 接收器的有效干扰范围。正如雷达自问世以来不断演变一样，GPS 抗干扰技术也在不断成熟，为美军和盟友提供独特的优势。

GPS 除了易受干扰之外，还易受“欺骗”。所谓欺骗是使用一种电子战欺骗技术，诱使 GPS 接收器锁定虚假信号，而不是 GPS 卫星的信号。德州大学的托德•汉弗莱斯教授（Todd Humphries）最近在国会作证说，他的研究生团队使用欺骗发射机控制了一架 GPS 制导的遥控飞行器，致使它向地面俯冲。[14]

国防部早已知晓此威胁，并采取了防范措施。反欺骗一直是军用 GPS 的一个特点，它使用加密信号作为第一道防线。此外，M 码加密远比早期的姊妹技术 P(Y) 码先进得多。M 码由 GPS 主管部门和国家安全局共同设计，能够与用以保护更关键数据的现代系统相媲美，而且它将在未来几十年中保护作战人员不受信号欺骗。其他措施还包括将智能算法纳入“GPS 军事用户设备项目”中，其接收器能够从卫星信号中剔出并拒绝虚假信号，从而给予用户高度的保障。

本世纪初，国防部开始使用“特供反扰骗模块”，此模块采纳了空中密钥更新、空中分配和应急复原技术，后者在 GPS 密钥可能被窃时重置 GPS 接收器，从而改善积极控制能力和韧弹生存性。GPS 现代化工程将此更推进一步。美国战略司令部将与国家安全局一道，共同利用其密钥管理架构，从而拥有更多的工具，确保只有授权用户可以接触 M 码，用户将不受欺骗，美国和盟国伙伴将方便地使用密钥，并且用户设备的安全费用将保持最低。

2013 年 5 月 15 日发射的第四颗 GPS IIF 卫星，再一次展现了空军太空司令部对履行使命的承诺。由于受当前地面控制段的限制，这颗最新卫星把共由 31 颗卫星组成的星座“最大外化”，它高踞于地球赤道 55 度角上空 11,047 海里高度上。为确保服务连续不断，设在加州洛杉矶空军基地太空和导弹系统中心的 GPS 项目局已经额外提供了五颗 GPS-IIF 卫星作为储备，这是过去十多年间前所未有的。如果发生一系列重大故障，一旦有作战需求时，这些卫星可按需发射，提供极大的灵活性。

GPS 项目局还对卫星星座和地面段的未来能力建设投入资金，以改善对 GPS 信号的指挥与控制。下一代 GPS IIF 和 III 卫星正处于组装、整合、测试和生产等不同阶段，努力将平均用户距离误差从 0.9 米——过去三年来建立和保持的水平——在 2016 年降低为均方根用户距离误差 0.5 米。显然，太空优势不仅取决于 PNT 精确度，而且也取决于我们能否在特定时间和地点、在不允许敌方实施过度干扰的情况下开展陆海空作战行动。为达此目的，计划 2015 年首次发射的 GPS III 卫星，将使用相当于 M 码八倍的功率，设计使用寿命达 15 年，将提供新的、国际兼容的民用信号（L1C），以及更高的精确度。为保持超越其它全球导航卫星系统的竞争优势并且降低成本，GPS 项目局还资助能够提供投资回报的技术。例如，锂离子电池大大减轻了卫星的重量，而且改善过的太阳能电池以更低的成本产生更多电能；同样，星体跟踪器和惯性测量整合一体装入航天器也对卫星的改进做出贡献。并且，数字波形生成技术（指通过软件命令而不是硬件升级［因而需要发射新的卫星］来更改太空中在轨卫星信号的能力）可能成为未来体系结构的一个必要的组成部分。

此外，“下一代操作控制系统”将用来指挥和控制我们现代化的二级民用信号 L2C

（1227.60 MHz）、生命安全信号 L5（1176.45 MHz），以及国际兼容 L1C（1575.42 千兆赫）信号。这些额外的民用信号包括，能够修正电离层效应的能力，以及取得军用接收器目前使用的精确度的改进效果。重要的是，下一代操作控制系统将不再局限于对仅仅 31 颗卫星的指挥或控制，因为此系统正被设计成可容纳多达 64 颗 GPS 卫星。其可扩展性和以服务为中心的体系结构，将给用户和运营商带来前所未有的安全、信息保障和灵活性。

GPS 的可负担性与创新

即使能实现所有这些改进，我们还必须考虑可负担性，需要通过各种创新向作战人员提供 GPS 服务。我们已经为全球范围的人员采购了超过 165,000 部精密轻质 GPS 接收器（PLGR），还购置了超过 478,000 部国防先进 GPS 接收器（DAGR）（PLGR 和 DAGR 是国防部最常见的军用接收器）。[15] DAGR 的问世是一个奇迹，PLGR 重 2.7 磅，DAGR 只有 1 磅重，而且还增加了双频 GPS 以及地图显示。PLGR 和 DAGR 已成为地面部队的标准 GPS 接收器。然而其大部分（60-70%）目前都用于车辆，常常是三个或更多 DAGR 安装在一台陆军车辆上，但是各自独立运作。DAGR 作为一种手持设备，其功能和用户界面已比不上士兵熟悉的、使用简易的商业轻质装置。如果国防部今天设计出其它同类装置，它将无法与商业技术所表现出的典型创新活力和生命周期保持同步。

陆军意识到这一挑战，在 2009 年制定了一项政策，要求采购嵌入式接收器，并启动了两款装置的研发，一款称为“HUB”，另一款称为“PUNK”。在许多情况下，这些新设备将使陆军能够以一张嵌入式地面卡取代坦克等战车中最多五个 DAGR。嵌入式装置还将取代手持 GPS 的概念；陆军将研发为步行战士使用的 GPS 嵌入式装置，以支持不断演进的人际界面。2012 年 3 月，陆军开始使用一种称为“Army Marketplace”的软件技术，已能将 12 种软件程序（其中大部分是培训课程和指导手册）推入各种 iOS 装置。陆军在其它研究活动中，已进一步开发和测试了用于作战支援——包括增强现实与导航——的应用程序。[16]

由于市场上已有智能手机和平板电脑等现成装置可用，国防部再投资开发用户界面陈旧的独立装置已经没有意义。GPS 项目局正与陆军阿伯丁试验场合作，准备采纳变化迅速的现成商业技术，再配置安全、增强和坚固耐用的 GPS 功能。我们整体策略中的一个关键基本要求是生产通用 GPS 模块。它应明确地设计成尺寸很小的套件，应能支持各种应用，能整合到范围宽广的、从智能手机到安全无线电接收机的各种装置中。该模块将与人机接口难以区分，能提供在电子战环境中工作的性能。此外，它将成为弹药项目的一个关键要素；弹药项目包括诸如小直径炸弹直接攻击弹药和迫击炮的精确制导套件。

在越来越强调可负担性的形势下，采购策略可以根据作战使命的需要酌情调整。在某些情况下，对该地区敌方干扰或欺骗具备态势感知就可能足够。例如，“步枪手电台”由步兵排成员携带，主要用于语音通信，但它包含成本低廉的 C/A 码芯片，能够向排长手中的显示器报告位置。如需做可负担的升级，可能是加装一个安全轻质特供 / 防扰骗模块，或者插入一个通用 GPS 模块使排长获得 M 码通信能力。而如果采用推入操作程序的做法，能达到为每个士兵提供 M 代码的抗干扰 / 反欺骗能力的相同效果，但成本将小得多。许多系统可能根本不需要 M 码。例如，

“T-6 得克萨斯人 II”、“T-38 禽爪”和“T1A 松鸦鹰”教练机，这些机型主要在美国境内大陆基地用于本科飞行员训练。在这种基本训练环境中，欺骗和干扰极不可能发生，因此无需装备这种通信码。

GPS 正演进得更先进更复杂，给民间和军方用户提供更多的能力，与此同时，航天器的成本，包括发射成本，也大幅提升。将一颗 GPS III 卫星送入轨道的必要开支，目前已接近 5 亿美元。此外，卫星组网数量原本以 24 + 3(后 3 颗卫星在轨备用)为设定标准，但受国家政策和全球期望驱动，现在将最低在轨卫星数增加到 30 颗。[17] 随着第二批次即 Block II 卫星逐渐老化并在今后十年达到寿限，用户对 GPS 系统的更高期望将加大对国防部的压力。为开发替代解决方案，空军太空司令部已发起了对体系结构的研究，以界定 GPS III 的强化战略，努力做到在满足性能预期的同时，减少总拥有成本。这一被称为“Navsat”（导航卫星）的战略，要求一次生产和发射两到三颗更简单、轻质和便宜的卫星。“Navsat”战略将确保空军坚守白宫提出的目标，这就是保持 GPS 为全世界卫星导航系统的首席地位。此外，以 8 到 12 颗较便宜卫星加强 GPS III 卫星系统的做法，有助于美国保持竞争力、巩固国防工业基础，并降低寿命周期总成本。

GPS 作为太空优势的基石作用

从许多方面看，当今卫星导航技术水平颇似汽车技术在 20 世纪 60 年代的水平。例如，当时雪佛兰 Chevy Vega 系列中几款车型采用了翘曲的铝合金发动机缸体，又如雪佛兰 1960 年推出的 Corvair 车型，曾被许多人称为是路上最危险的车。[18] 再如福特 1964 年前的“野马”车，当时只是将安全带作为一个选项推销，直到 1968 年安全带才成为强制性配置。

自 20 世纪 60 年代以来，汽车逐步注重系统安全和效率功能，这些功能没有改变汽车的基本性质，但可以说拯救了生命和降低了费用。根据国家公路和交通管理局估计，儿童座位、安全带和安全气囊在 2003 年到 2007 年期间拯救了超过 90,000 人的生命。[19] 助力转向、动力刹车和燃油喷射改善了汽车的控制和舒适程度。燃油废排标准的设立减少了大都市的空气污染，这一点很容易从上世纪 70 年代在洛杉矶摄制的电视节目中的浓厚雾霾就可以得到证实。汽车上加装的许多安全功能在问世之初，都非常昂贵和高端，安全立法受到消费者和立法者的强烈抵触。然而，汽车的演变改善了无数人的生活品质。

同样，GPS 必须发展，GPS 现代化对美国保持未来战场优势至关重要。GPS 是在上世纪 60 年代末到 70 年代初开始设想与规划的，80 年代开始部署，90 年代广泛采用。抗干扰和反欺骗功能如同安全带和安全气囊，改进了 GPS 提供精确 PNT 的可靠性和可用性，更好地服务于飞机、炸弹、船舶、车辆、通信系统和人员。增强的信号和密钥管理就像助力转向和动力刹车一样，提高了整个系统的效能和效益。正如美国国会规定汽车必须配备座位安全带一样，《美国法典》第十卷第 2281 节现在要求所有军用 GPS 接收器必须配备 M 码能力。和汽车发展过程一样，M 码能力接收器——从安全角度来看——将优于商用接收器，但就像安全带规定问世之初遇到抵触一样，将 M 码接收器纳入“未来年代防御计划”也遭遇阻力。

GPS 正面对竞争，强劲的对手们得到其国家的鼎力扶持。俄罗斯 GLONASS 全球导航

卫星系统项目在 1995 年下半年完成后曾无力为继，但现已雄风重振，自 2011 年 10 月以来就以其 24 颗卫星的完整星座覆盖全球。中国正在迅速组建“北斗”卫星网，虽然实际上需要依靠 GPS 星座才能全面运作。日本的准天顶卫星系统通过能在本国岛屿上空驻留更长时间的高倾角卫星，扩充和增强了其 GPS 能力。欧盟最近已决定购置由 30 颗卫星组成的全互补卫星系统。

GPS 目前是——并且在可预见未来继续是——世界上最优秀的全球卫星导航系统，美国有能力保持由 GPS 保驾的太空优势。美国，正如一支表现优异的运动赛车队一样，必须继续依靠其优秀的工程技术、创新管理，以及持续的卓越运营，才能保持 GPS 现有的领军地位。能让全世界保持免费享用这项关键的实用功能，美国和美国空军有理由为其历史和能力感到自豪。GPS 必将随着战争的演变而继续演变。“胜利只垂青于那些能预见战争性质变化者，而非坐等变化被动调整者。”[20] 意大利军事家杜黑的这句名言是本文最恰当的结语。♣

注释:

1. GPS 是天基定位、导航和报时系统，其卫星网由至少 24 颗（目前已超过 30 颗）卫星组成，在中高轨道上运行，通过广播无线电频率信号提供全球定位和报时，信号发射采用 L 波段的三个频率：L1（1575.42 MHz）、L2（1227.6 MHz）和 L5（1176.45 MHz）。用户 GPS 接收器获得位置和时间信息是通过跟踪四颗以上的卫星，并确定以光速传播的每个无线电信号的到达时间。有关 GPS 的更多说明，参看“The Global Positioning System”[全球定位系统], GPS.gov, 17 January 2013, http://www.gps.gov/systems/gps/.
2. Joint Publication 3-14, Space Operations [联合出版物 3-14：太空作战], 29 May 2013, GL-8, http://www.dtic.mil/doctrine/new_pubs/jp3_14.pdf.
3. “Desert Storm: The First Space War”[沙漠风暴：第一场太空战争], 收录于 Gray Space and the Warfighter [灰色太空与战士], 17 June 1997, http://www.au.af.mil/au/awc/awcgate/grayspc/dstorm/dstorm.htm.
4. 同上。
5. GPS 对当今几乎所有智能手机都不可或缺。科技资讯网络 CNET 这样介绍：“Strategy Analytics 战略研究公司今天宣布，在第三季度 [2012 年]，全球智能手机总装机数目从第二季度的 9.59 亿部跃升到 10.4 亿部。”参看 Don Reisinger, “Worldwide Smartphone User Base Hits 1 Billion”[全球智能手机用户总量达到 10 亿], CNET, 17 October 2012, http://news.cnet.com/8301-1035_3-57534132-94/worldwide-smartphone-user-base-hits-1-billion/.
6. Nam D. Pham, PhD, The Economic Benefits of Commercial GPS Use in the U.S. and the Costs of Potential Disruption [美国商用 GPS 的经济利益与潜在中断服务的代价], (Washington, DC: NDP Consulting Group, June 2011), 1, http://www.saveourgps.org/pdf/GPS-Report-June-22-2011.pdf.
7. Kristin F. Lynch 等人认为：“由于 GPS 如此准确（虽然准确性逊于激光制导炸弹），并且能够在各种天气环境中使用，联合制导攻击武器（JDAM）是其中最受欢迎的兵器。虽然设计用于打击高价值固定目标，JDAM 现在也被大量用于打击价值较低的目标，以及在较高飞行高度由轰炸机执行的近空支援任务。精确制导武器的广泛使用极大提高了空军在任何天气环境中命中目标的能力。参看 Kristin F. Lynch et al., Lessons from Operation Iraqi Freedom [“伊拉克自由”行动的经验教训], (Santa Monica, CA: RAND Corporation, 2005), 95, http://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/monographs/2005/RAND_MG193.pdf.
8. Selective Availability (SA) 表示有选择地提供，即特供，是美国国防部采用的一种故意降低 GPS 系统高精确度的保护技术。克林顿政府在 2000 年 5 月 1 日发出终止 SA 功能的命令，于当日午夜开始生效，SA 功能的影响在 2000 年 5 月 2 日 0400 UTC 时间降为零。参看 Department of Defense, Global Positioning System Standard Positioning Service Performance Standard [GPS 标准定位服务效能标准], 4th ed. (Washington, DC: Department of Defense, September 2008), C-4, http://www.gps.gov/technical/ps/2008-SPS-performance-standard.pdf.
9. 瞬时 URE（用户距离误差）表示两个伪距之间的差异：一是在特定位置假定接收器时钟与 GPS 时间完美校准情况下测定的伪距；另一个是 NAV [导航] 为该特定位置和假定接收器时钟衍生的消息数据所预期的伪距。瞬时 SIS URE（太空信号用户距离误差）只包括分配到 GPS 太空与控制段的那些伪距数据固定误差的预算部分（即不包括分配给 GPS 用户段的误差预算部分，诸如对流层延迟补偿误差、多路径和接收器噪声等）。”同上，第 C-2 页。

10. 同上，第 22 页。

11. Presidential Decision Directive NSTC-6, US Global Positioning System Policy [总统决策行政命令 NSTC-6：美国全球定位系统政策], 28 March 1996, http://www.fas.org/spp/military/docops/national/gps.htm.

12. United States Strategic Command, Joint Capabilities Document for Position, Navigation, and Timing [定位、导航和报时联合能力文件], (Offutt AFB, NE: United States Strategic Command, 28 September 2006), 4. FOUO. 本文引自非机密部分。

13. GPS II 指第二代 GPS 卫星，不过第二批次实际上属于已投运 GPS 卫星的第一个系列。GPS II 卫星带有各种后缀标记，其中 IIA = 高级；IIR = 补充；IIF = 后续，以区别不同版本。到目前为止，12 颗 GPS IIF 卫星中已经发射四颗。

14. House, Professor Tom Humphreys, Statement on the Vulnerability of Civil Unmanned Aerial Vehicles and Other Systems to GPS Spoofing, Submitted to the Subcommittee on Oversight, Investigations, and Management of the House Committee on Homeland Security, [汉弗莱斯教授提交国会众议院国土安全委员会监督、调查和管理小组委员会的证词：扰乱 GPS 的欺骗信号对民用无人驾驶飞行器和其它系统的影响], 112th Cong., 2nd sess., 19 July 2012, http://www.gpo.gov/fdsys/pkg/CHRG-112hhrg80848/html/CHRG-112hhrg80848.htm.

15. 此数据从 GPS 用户设备部合同获得。

16. 另一个应用程序，叫做“士兵眼睛”（SoldierEyes），能把智能手机变成一种战场导航仪。除了显示数字地图以外，它拥有一个“增强现实”模式，使用户能够翻转相机并且扫描天边。数字标记显示在屏幕上，展示战场上物体的方向和距离。参看 Nathan Hodge,“Killer App: Army Tests Smartphones for Combat”, [杀手应用程序：陆军测试作战用智能手机], Wall Street Journal, 3 June 2011, http://online.wsj.com/article/SB10001424052702304563104576361480888426472.html.

17. 按照空军部长 Sheila E. Widnall 博士的说法，空军认识到了 GPS 巨大的民用和军用功能，而且非常有意在项目期间维持 24 颗卫星的星座。参看“President Opens Door to Commercial GPS Markets: Move Could Add 100,000 New Jobs to Economy by Year 2000”[总统打开商用 GPS 市场大门：到 2000 年此举可能增加 10 万个新职位], press release (Washington, DC: White House, Office of the Press Secretary, 29 March 1996), http://clinton3.nara.gov/WH/EOP/OSTP/html/gps-pressrel.html.

18.“The Most Dangerous Cars of All Time”[史无前例最危险的汽车], CarsDirect.com, 24 February 2012, http://www.carsdirect.com/automotive-news/the-most-dangerous-cars-of-all-time.

19. National Highway Traffic Safety Administration, Lives Saved FAQs [拯救生命常见问答], (Washington, DC: National Highway Traffic Safety Administration, December 2009), 4, http://www-nrd.nhtsa.dot.gov/Pubs/811105.PDF.

20. Giulio Douhet, The Command of the Air, [制空权], trans. Dino Ferrari (1942; new imprint, Washington, DC: Office of the Air Force History, 1983), 30.

伯纳德·格鲁博，美国空军上校（Col Bernard J. Gruber, USAF）北达科他州立大学机械工程理学士，中密歇根大学工商管理理科硕士，现任 GPS 项目局主管，负责一个从事 GPS 太空段的全部研发、采购、部署与维护、卫星指挥与控制（地面）及军事用户设备、囊括若干跨军种和跨国系统的部门。GPS 项目耗资 320 亿美元、年预算 10 亿美元，维持着国防部最大的卫星星座和最大的航空航天电子整合与设施计划。格鲁博上校于 1986 年获授军官衔，是空军中队指挥官学院、空军指挥参谋学院、空军战争学院、国防系统管理学院、及联合部队参谋学院的毕业生，担任过中队、大队、联队层级的指挥职位。在采购兵团服役时，曾担任认证联合专业官及国防研究员。格鲁博上校在一系列作战、情报、发射、工程及采购部门领导岗位表现出色。他曾在一级司令部、空军参谋部、联合参谋部及国防部机构担任关键职务。担任现职以前，他是空军参谋部使命小组委员会四名主任之一，负责全空军太空与情监侦计划的未来预算。

乔恩·安德森，美国空军退役上校（Col Jon M. Anderson, USAF, Retired），堪萨斯大学电机工程理学士，南达科他州立大学电机工程理科硕士，空军理工学院博士，前 GPS 项目局用户设备部主任，负责领导近 300 名现役、文职及合同人员执行价值超过 20 亿美元的多项研发与生产合同，向国防部和盟国用户交付确保安全的 GPS 能力。安德森上校于 1988 年年获授军官衔，是空军中队指挥官学院、空军指挥参谋学院和海军战争学院的毕业生，担任过中队、大队层级的指挥职位，具有广泛的空军服务经验，涵盖导弹作战、技术情报分析、系统工程、作战测试支持、国家与国际太空政策，以及项目管理等领域。安德森上校最近由于对军用 GPS 现代化的持续贡献及引领美国与盟国导航战环境下的军事行动能力强化而被导航学会评选为 2012 年度 P. V. H. Weems 上尉奖得主。

太空优势努力中的行为规范思考

Maintaining Space Superiority

艾伯特·C·哈里斯，美国空军上尉（Capt Albert C. Harris III, USAF）

作为空天领域的专业人士，我们必须了解战略政策环境，以便有效地运用空天力量。这包括熟悉美国国家目标以及美国和国际法律如何影响和约束我们的决策。战区空战指挥官在看到一架飞机迫近时，能够根据下列因素迅速作出决策：那架飞机的性质；交战状态（敌对 / 非敌对）；以及指导全局判断的诸多国际规则、惯例和法律。就太空领域专业人士而言，这种战略环境又呈现出不同的和独特的挑战。而且，目前尚无全面和成熟的国际层面行动与合作规则，在这样的环境中作出决策势必更加困难。尽管如此，太空部队指挥官一旦发现可能对己方卫星构成威胁的一个物体迫近时，必须作出指示来应对威胁。

本文探讨太空专业人士在国际规则仍处于缓慢成熟状态下从事复杂的日常太空活动时所面临的困境。文章分析国际论坛中提出的若干建议，例如实施一套国际规范，借以指导日常太空活动。此外，本文还提出一个开展太空态势感知（SSA）的新方法，可在目前有限的太空活动国际规则范围内改善决策能力。这个新方法称为“太空态势感知三合一理论”，也许是保障太空优势的较为合适的途径。作为论述的切入点，本文将从背景概述转入正题，首先介绍空军在保障太空优势中的核心作用。

背景

太空优势是指“在太空中一方部队对其他任何部队拥有巨大强势，此强势程度能确保己方部队在给定时间和地点开展作战而对手无法经由天基威胁实施过度干扰。”[1] 空军通过以下方式取得太空优势：实施支援作战部队的行动（太空力量增援）；实施源于太空、通过太空和在太空中的作战行动（太空力量运用）；实施保障太空自由的行动（太空管制）；以及实施部署太空系统的行动（太空支援）。根据太空作战的联合作战准则，这四个太空任务领域“对联合作战行动有很大贡献”，因而是美国取得太空优势的重要手段。[2] 自航天时代开启以来，威胁和问题层出不穷，不断地挑战美国在这方面的行动。诚如《国家安全太空战略》所述，随着太空领域变得更竞争，更拥挤，更抗衡，此等新问题亦随之涌现。[3]

SSA = 太空态势感知

太空竞争加剧，因为越来越多的国家意识到参与太空活动的好处。经济合作与发展组织指出，“具有太空活动能力的国家以前只是一个为数有限的小型俱乐部，他们依托实力雄厚的国防和航天工业；现在则是一大批先进而规模较小的发展中国家，他们的技术能力高低不齐。”[4] 然而，太空活动增多也带动代价的升高。由于太空飞行物体数量越来越多，为维持所有这些系统而开展的 SSA 使命变得越来越复杂。

产生这种复杂情形的部分原因是，太空很拥挤。在太空管制任务领域内，识别和追踪太空物体的 SSA 运作对于缓解拥挤环境的风险起着至关重要的作用。由美国主导的太空监视网络能够追踪和识别太空物体，从而构成必要的、感知敌对和非敌对太空威胁的第一道防线。不幸的是，太空轨道上的物体

太多，无论是正常运行的还是失效的卫星、火箭壳体，还是随之产生的太空垃圾，样样皆有，导致发生灾难性事件的概率上升。此情形给太空监视网络带来很大的压力，使网络的监视、追踪和分析能力严重不足。更令人担心的是，网络的追踪能力有限，只能识别和追踪一小部分可能会相互碰撞的轨道物体。

在某种程度上，这种拥挤情形是越来越多的国家参与太空活动的结果。许多国家出于国家、国际和各种商业目的而争夺制高点，使得太空的抗衡越来越激烈。拥有先进航天能力的国家越来越多。同时，显而易见，并非所有想在太空拓展宏图的国家都是出于纯粹的和平目的。有些国家试图寻找对抗美国太空能力的方式，以推行本国的目标。他们利用自己的太空能力，试图阻止太空条约的实施，或者抑制、削弱或摧毁无敌意国家的太空能力，从而可能造成不稳定局面。《国家安全太空战略》指出，“随着越来越多的国家和非国家参与者在今后十年内发展争夺太空优势的能力，对美国太空系统的威胁以及对太空环境的稳定和安全的挑战将会增加。”[5]

在这种不断演变的环境中，我们必须扩充、加强和完善规范今后太空活动的国际规则或准则。无论是行为规范或更为复杂的国际法律，此等努力将能更好地指导太空的和平竞争，提供在拥挤环境中操作的框架，并且拟定各国为保护其自身国家安全利益时可能采用的交战规则。随着世界越来越依赖太空技术，随着人类越来越多地进入太空，缺乏全面的国际太空法律将继续迫使美国以更复杂的努力来投射太空力量以支援作战部队和维和部队，并保障美国的国家、外交、信息和经济优势。

尽管至今制定的国际太空规则涵盖范围有限，但是不应该完全无视它们的作用。《1967 年外层空间条约》首创先例，是一项令人惊讶的成就，因为它是在冷战时期剑拔弩张的气氛中拟订和签署的。就其本身而言，该条约对当时相关各方认为需要为太空领域冲突做好准备的想法起到了降温作用。自那时以来，又出现了其他一些条约和安排，而且联合国和平利用外层空间委员会等受人尊重的组织也成为有用的国际谈判渠道，有助于各国讨论如何开展和监管太空活动。这些条约和组织提供了实质性指导原则的基础，可用于引导太空活动的开展。但是，它们没有再深入一步，没有全面探讨各国在开展日常太空活动时应该遵循什么样的行为准则。由于缺乏这些行为准则，有时很难确定一些行为方的意图好坏，或者有些行为方虽然意图良好，却没有意识到自己的行为可能对其他国家造成风险。因此在太空活动中，一方必须确定另一方——即使它是非军事实体——的某个行动是否构成威胁。这就凸显了一个事实：规范太空活动的国际规则仍在有待成熟，从而对美国空军保障太空优势的能力提出了挑战，尤其在竞争、拥挤和抗衡的环境中更是如此。

问题的范围和严重性

航天史上的许多事件都可用来说明规则缺失问题的范围和严重性。例如，2007 年，中国从西昌卫星发射中心发射了一枚反卫星（ASAT）导弹，摧毁了该国的“风云 1 号”气象卫星，结果产生 100,000 块太空垃圾，滞留在轨道上，威胁着其他太空系统。凯尔索博士（Dr. T. S. Kelso）说，“那次试验产生了至少 2,087 块能够被美国太空监视网络用常规方法追踪到的大型碎片。”[6] 2009 年 2

月，一个失效的俄国军用火箭壳体撞上美国铱星公司拥有的一颗通信卫星。那次事件引发了国际社会的关注，轨道安全问题成为热议话题。目前正在加强识别和追踪那两起撞击事件相关的太空垃圾，因为它们给其他卫星(包括载人航天飞机)造成安全隐患。当然，这是一项艰巨的任务，而如果诸如此类的事件更频繁地发生，这项任务将更加艰巨。

最近发生的事件进一步凸显了问题的严重性。2011 年，俄国发射了一个星际探测器，试图去采集火星的土壤标本。发射后不久，探测器的推进系统发生故障，探测器在近地轨道失去控制，并且缓慢地失去高度。失控的探测器上有一个未耗尽的核动力装置，其最终再入地球大气层将给飞行轨迹沿线的任何国家造成威胁。美国和国际社会的其他成员伸出援手，协助俄国密切监视探测器的位置，直至其在智利外海再入大气层。[7] 但是，如果是另一个国家发生像俄国一样的问题，情况会怎么样？例如，国际社会也会携手帮助像北朝鲜那样的流氓国家吗？如果不会，国际社会应该袖手旁观，放任此类国家去运行太空系统吗？

这些问题很重要，因为它们从侧面说明，如果有更为成熟的太空活动国际规则或行为准则，应该可以处理太空活动所涉及的道义问题。也许，那些不能在太空安全运行或者不能从其他国家获得运行支持的国家，不应该开展太空活动。例如，2012 年初，北朝鲜试图发射一颗卫星到太空，但是发射失败，“推进火箭第一级坠落在南朝鲜首尔以西 102.5 英里的海洋中。”[8] 该年 12 月，北朝鲜成功地把一颗卫星送入太空，尽管在发射前一些世界大国谴责其一意孤行。[9] 北朝鲜的发射行为具有挑衅性，说明太空社会不能信任它会在开展太空行动时考虑到太空社会的最高利益。实力几乎与我们旗鼓相当的太空活动参与者的行动又是怎样？中国的反卫星导弹试验说明我们也应该密切关注它的行动。

此外，那些所谓负责任的太空活动参与者又是怎样？有些挑衅者按捺不住地声称美国在 2008 年的联合特遣部队“焚霜”行动(Joint Task Force Burnt Frost) 是不负责任的行为。在这次行动中，美国成功地拦截了一颗再入大气层的美国卫星，那颗卫星上有危险的联氨推进剂。当然，提出这些指责的反对者们漠视中国卫星拦截和美国卫星拦截之间的重要区别。“焚霜”行动拦截的目标卫星位于无法持久保持的近地轨道，拦截之后，几乎所有的碎片都在大气层烧毁，最后剩下几片较大的碎片，也在随后不久全部燃尽。此外，美国做到了行动透明，先是向全球航天社会通报拦截计划，然后又针对可能存在的极小威胁分享预测信息。

综观上述问题，可看到太空领域运行面临的一个困境。一个实体应该如何操作其太空系统？无论是军事单位、商业组织或国家机构，它应该如何遵循道德准则在太空运行？我们应该实施什么样的最佳方法，航天社会应该同意并以某种方式执行更全面的规则吗？现行的太空国际规则不能全面规范各国在开展日常太空活动时的行为。尽管条约和习惯国际法提供了指南和原则，还应该进一步细化，并推广到所有的太空活动参与者。我们自冷战时期以来一直遵循的条例很粗浅，事实证明它们缺乏灵活性，无法应对二十一世纪的挑战。

有鉴于此，我们的军事指挥官们在指挥太空行动时面临很大的不确定性。他们在考虑从太空平台投放作战能力时，必须为每次太空发射、卫星机动操作、再入大气层和卫

星变轨进行威胁评估，无论这些太空平台的操作者是本国、外国、商业或军事实体。在国际规则更为成熟之前，指挥官们将继续在保障太空优势的行动中为自己的决策是否逾越雷池而绞尽脑汁。

解决问题的各种努力

国际规则成熟缓慢所造成的影响范围和严重程度导致世界航天国家和商业组织携手合作，寻找潜在的解决方案。但是，人们可能会问，为什么目前的规则系统未能对复杂的日常太空活动提供有效的指导。这些太空活动参与者携手解决问题的动机是什么？詹姆斯•兰德尔曼（James Rendleman）指出，“现有的条约、公约和协议还是在监管太空活动，但是它们过于简约。”[10] 首先，现行太空法律和惯例系统的范围太宽广，一般只对同意接受该系统者有法律约束力。国际太空法律涉及各个方面，非常繁杂，因此世界各国仍在探索，以期了解在太空运行决策方面，究竟什么是真正的道德底线。

这种“探索”的目前趋势显示，越来越多的太空活动参与者希望有太空行为规范，而不是更有强制性的国际太空法律。拉特格贝尔、雷姆斯和施洛格尔（Wolfgang Rathgeber，Nina-Louisa Remuss and Kai-Uwe Schrogl）认为，“行为规范是一种无法律约束力的工具，接受规范的国家自愿承诺遵循行为规则。我们可以把规范视为最终目标，或者是一块踏脚石，通向具有法律约束力的条约。”[11] 本质上，这种规范起初不大有约束力，但是随着越来越多的国家接受和遵循规范条款，最终它可能发展成一套习惯国际法。

国际社会已经提出一些行为规范建议。例如，欧盟在 2008 年提出一个建议，声称它将有助于指导太空活动。后来，欧盟接受了若干批评意见，对其提议的规范进行了修改，并于 2010 年重新发布。其中的关键内容是，鼓励签署国承诺出于和平目的使用太空。自愿接受规范的国家还必须遵从现有的一些为数有限的太空法律、协议和条约。就其对太空优势的影响而论，欧盟提议的规范承认各国有权进行集体自卫，并且强烈倡议对太空运行中出现的问题进行开放式沟通。

不幸的是，目前版本的欧盟规范有一点过头，也许会约束美国空军的太空优势保障行动。例如，欧盟建议的版本呼吁各国尽量不要故意摧毁太空物体，要求各国向国际社会通报卫星机动操作和故障情况，并且对其太空运行和战略做到广泛透明。[12] 这些提议也许很难和一些航天大国坚称合理的国家安全利益取得一致。美国国务院曾经多次声明，接受此等规范的先决条件是，遵守规范是否自愿，而且遵守规范是否能增强美国及其盟国的安全。[13]

欧盟的提议要求太空运行透明化，但是这个要求有一些不切实际。如果建立了上文所述的约束和透明度规范，迫在眉睫的“焚霜”行动也许就无法实施；此外，这些规范也许会要求披露有关卫星机动操作的敏感的国家安全信息或专有信息，并且在有些情况下，也许会束缚执行重要国家安全行动的指挥官的手脚。拉贾戈帕兰（Rajeswari Pillai Rajagopalan）在《战略研究季刊》刊载的一篇论文中声称，“以为美国和中国这样的国家会披露其战略信息，这种假设太天真了。这不是欧盟提议规范的一个现实目标，因为各国都会试图为了国家安全使用一切可用的手段，包括太空。”[14]

在欧盟提出行为规范建议之前，国际宇航学会(IAA)曾在2006年发表一份研究报告，提出一个不同的框架，用于建立指导太空活动的有效规则或准则。该份报告强调太空交通管理和实施此等概念的机制，其重点在于确保安全进入太空和太空行动自由。该份报告还列出可对紧迫的太空问题进行沟通的机制。报告没有倡议各国不应该在太空做什么，而是建立了解决太空运行中出现的紧迫问题的框架。例如，报告提出了对发射、迫近的碰撞以及可能危及公众安全的太空物体再入大气层发出安全通报的机制。[15] 对于需要把太空作战能力用在刀刃上的指挥官而言，他们可以运用研究报告提议的解决方案，利用国际机制及时向非军事实体通报非敌对太空威胁，从而提升其决策能力。但是，研究报告寻求的变更没有实现，而且报告没有广泛地探讨各国应如何在太空开展日常活动。该份报告承认目前的国际太空法律有缺陷，但是没有像欧盟提议的行为规范那样试图限制航天国家的太空活动。

尽管国际宇航学会和欧盟正在努力开辟道路，随着太空领域变得更竞争、更拥挤、更抗衡，建立太空活动规则和行为准则的必要性将继续增长。克雷朋、希钦斯和卡兹-海曼（Michael Krepon, Theresa Hitchens and Michael Katz-Hyman）断言，“越来越多的太空活动参与者认为应该制定和实施若干关键的行为规范条款，包括改善太空态势感知（SSA）数据分享、太空碎片缓减措施和改善太空交通管理，以期在越来越拥挤的轨道上避免意外干扰或碰撞。”[16] 说到底，要建立新规则的愿望本身并不能帮助太空活动参与者及其军事指挥官解决太空活动问题。若要应对未来的挑战，军事指挥官和行政当局领导人可以采取各种措施，通过保障太空优势而确保国家安全。

今后方向展望

美国必须带领国际社会一起制定指导太空活动的行为规范或更有效的国际法律。其他国家和组织目前的努力值得称赞，但是并未有效地解决面临的问题。此外，鉴于美国拥有的技术力量、众多的太空系统、庞大的武装部队和太空优势保障能力，美国具有比其他国家更好的条件，能够监管针对太空活动的任何新规范或经过修订的国际太空法律，或者建立能指导太空活动的规则或准则。

在美国牵头制定太空活动国际规则或准则的过程中，国防部将发挥领导作用。具体而言，“国防部和国务院一致认为应有一套国际行为规范以管辖太空的活动，并且相关官员宣布了与欧盟合作制定规范的计划。”[17] 遵循上述声明的宗旨，国防部发布了若干指令，其中第3100.10号指令《太空政策》指示国防部“支持制定负责任行为的国际准则，以期促进太空领域的安全、稳定和安保。”[18]

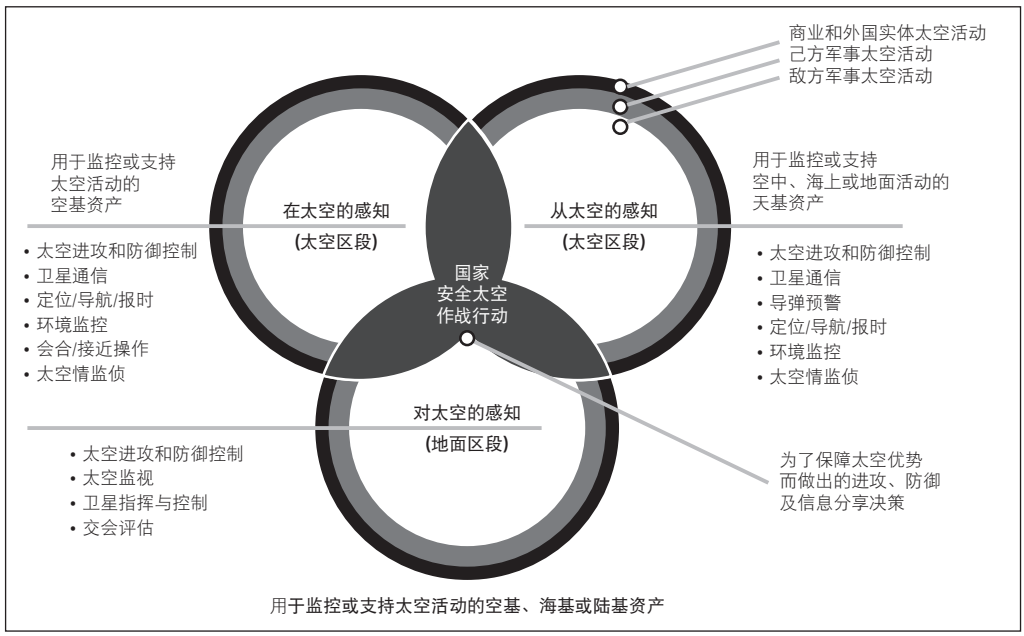
自从空军开始在太空活动以来，太空的战略环境已有巨大变化，维持太空环境感知的概念越来越受到重视，反映了人们正在加深对太空问题的理解。随着美国政府着手建立更周密的国际框架，用于指导太空活动，美国武装力量应该推行相应的战略，以实施该国际框架。因此，作为政府的太空活动执行单位，空军应该提前做好准备，以更好地遵守即将影响其太空活动的各项规则。为了做到这一点，空军应采用新的太空活动理论，即本文提出的“太空态势感知三合一理论”。

这个理论既不要求建立一个新的任务领域，也不是揭示保障太空优势的新战术/战

技 / 战规（TTP）。它只是用不同的方式阐述现有的 TTP 如何运用，并且可能会在今后引发制订新的 TTP。这个太空优势保障框架以 SSA 为重点，包含三个太空任务执行区段：利用地面资产保持太空活动感知，利用太空资产保持地面活动感知，以及利用太空资产保持太空活动感知（参看下面的图解）。这三个区段将引导太空任务利用各种作战能力保障太空优势。为了实现每个区段的目标，空军必须熟悉己方军事太空活动（灰色）、敌方军事太空活动（白色）以及商业和外国实体太空活动（黑色）。国家安全太空行动——无论是联合行动、联盟行动、跨部行动或军种行动——将综合来自 SSA 的数据，传发各方，确定是否需要采取进攻或防御行动，或者进行信息分享。无论是否建立更周密的太空活动国际规则或准则，太空态势感知三合一理论都可提供一种不同的方法，使空军能够重点关注太空形势，随时了解这个更拥挤、竞争和抗衡的太空领域中的事态发展。

在竞争的太空环境中，这个理论可以提供一个合适的框架，以弥补指导太空活动的国际规则和准则的局限。例如，目前的国际太空法律并未限制可能危害在轨物体的发射。太空态势感知三合一理论注重从太空保持感知，将可指导在竞争激烈的太空环境中执行任务，例如部署能探测发射的太空资产。与此同时，由于注重在这种情势下的太空感知，这个理论也可指导利用地面资产监控和追踪发射的任务，并确定此等发射是否会对在轨物体构成威胁。如果威胁是真实的，指挥官可以采取进攻或防御步骤，缓解对己方资产的风险；如果威胁并不真实，指挥官可以把信息传递给相关方。

在拥挤的太空环境中，这个理论亦可提供合适的框架，使得用于监控或支持太空活



图：太空态势感知三合一理论：保障太空优势的新理论

动的天基、海基、空基和陆基资产能够利用各种能力保持 SSA。例如，美国拥有独特的交会评估能力——一种管理在轨物体碰撞风险的流程，因而拥有制定太空活动国际规范或准则的有利条件，尤其是在太空交通管理方面。欧盟规范和国际宇航学会建议都把太空交通视为太空活动中一个大问题，而且国际宇航学会还指出，“美国的太空监视能力优于”世界其他国家。[19] 在太空态势感知三合一理论指导下执行太空感知保持任务，还可同时采用美国在战略、战役和战术层面已经完善的规则。此外，这个理论将可指导正确的决策，支持国际社会实施太空交通管理工作。

面对抗衡增多的太空环境，我们需要偏重 SSA 的行动目标，以利于实施保护美国 SSA 能力的任务，或是抑制、削弱或摧毁敌方 SSA 能力的任务。如果敌方无法通过指挥和控制其卫星而保持太空感知，或者无法监视太空环境，敌方执行太空行动的能力则将受到很大的限制。抑制、削弱或摧毁敌方在太空的感知能力将可阻碍敌方执行在轨作战行动；此外，抑制敌方从太空感知的能力，将导致敌方的空中、海上或地面作战行动丧失其原本从太空感知能力获得的优势。因此，保持我们在太空、从太空和对太空的感知，同时抑制、削弱或摧毁敌方的感知能力，对于我们保障太空优势有至关重要的意义。

太空态势感知三合一理论配合美国政府制定太空活动国际行为规范的努力，将可确保美国做好准备，持续保障今后几十年的太空优势。许多历史事件揭示了国际层面规则不足的影响范围和严重性。随着太空变得更竞争、更拥挤、更抗衡，这种影响范围和严重性将进一步恶化。在世界上，美国对太空事务拥有影响力最大的发言权，因此必须带领国际社会一起制定此等规则。此外，空军在等待规则制定结果的同时，必须随时保持警惕，确保太空态势感知三合一理论等合适的机制得以落实，藉以保障太空优势。♣

注释:

1. Joint Publication 1-02, Department of Defense Dictionary of Military and Associated Terms [JP 1-02：国防部军语辞典], 8 November 2010 (as amended through 15 September 2013), 256, http://www.dtic.mil/doctrine/new_pubs/jp1_02.pdf.
2. Joint Publication 3-14, Space Operations [JP 3-14：太空作战行动], 29 May 2013, II-1 through II-10, http://www.dtic.mil/doctrine/new_pubs/jp3_14.pdf.
3. Department of Defense and Office of the Director of National Intelligence, National Security Space Strategy: Unclassified Summary [国家安全太空战略：非保密摘要], (Washington, DC: Department of Defense and Office of the Director of National Intelligence, January 2011), 1, http://www.defense.gov/home/features/2011/0111_nsss/docs/NationalSecuritySpaceStrategyUnclassifiedSummary_Jan2011.pdf.
4. Organisation for Economic Co-operation and Development, The Space Economy at a Glance 2011 [太空经济概述，2011 年], (Paris: OECD Publishing, 2011), 20, http://www.oecd-ilibrary.org/docserver/download/9211051ec005.pdf?expires=1382980504&id=id&accname=guest&checksum=2660BC88F172601FB85A12EFADC244A4.
5. 见注释 3，第 3 页。
6. T. S. Kelso, “Analysis of the 2007 Chinese ASAT Test and the Impact of Its Debris on the Space Environment”[2007 年中国反卫星导弹试验及其产生的碎片对太空环境影响之分析], (technical paper presented at the Advanced Maui Optical and Space Surveillance Technologies Conference, Wailea, Maui, HI, 12-15 September 2007), 321, http://www.celestrak.com/publications/AMOS/2007/AMOS-2007.pdf.
7. “Russian Mars Probe Crashes into Pacific”[俄国火星探测器坠落太平洋], CNN, 15 January 2012, http://www.cnn.com/2012/01/15/world/europe/russia-mars-probe/index.html.

8. Cheryl Pellerin, “Northcom Acknowledges North Korean Missile Launch, Failure” [北方司令部确认北朝鲜导弹发射失败], US Department of Defense, 12 April 2012, http://www.defense.gov/news/newsarticle.aspx?id=67920.

9. Victoria Nuland, “North Korean Announcement of a Launch December 10-22, 2012” [北朝鲜宣布将在 2012 年 12 月 10-22 日发射导弹], US Department of State, 1 December 2012, http://www.state.gov/r/pa/prs/ps/2012/12/201345.htm; 另参看 “North Korea Defies Warnings in Rocket Launch Success” [北朝鲜成功发射导弹，对各国警告嗤之以鼻], BBC, 12 December 2012, http://www.bbc.co.uk/news/world-asia-20690338.

10. James D. Rendleman, “Lawful Responses to Attacks on Space Systems” [合法回应对太空系统的攻击], Space and Defense 4, no. 1 (Winter 2010): 10, http://www.usafa.edu/df/dfe/dfer/centers/ecsds/docs/Space_and_Defense_4_1.pdf.

11. Wolfgang Rathgeber, Nina-Louisa Remuss, and Kai-Uwe Schrogl, “Space Security and the European Code of Conduct for Outer Space Activities” [太空安全和关于外层太空活动的欧盟行为规范], 收录于 UNIDIR Disarmament Forum: A Safer Space Environment? [联合国裁军研究所裁军论坛：太空环境更安全了 ?], no. 4 (2009): 34, http://www.espi.or.at/images/stories/dokumente/studies/space%20security%20and%20the%20european%20code%20of%20conduct%20for%20outer%20space%20activities.pdf.

12. Council of the European Union, Council Conclusions Concerning the Revised Draft Code of Conduct for Outer Space Activities [欧盟理事会关于外层空间活动行为规范修改草案的结论], (Brussels: Council of the European Union, 11 October 2010), http://www.consilium.europa.eu/uedocs/cmsUpload/st14455.en10.pdf.

13. US Department of State, “An International Code of Conduct for Outer Space Activities: Strengthening Long-Term Sustainability, Stability, Safety, and Security in Space” [关于外层太空活动的国际行为规范：在太空加强长期可持续性、稳定、安全和安保], fact sheet, 17 January 2012, http://www.state.gov/r/pa/pl/2012/180998.htm; 另参看 Rose Gottemoeller, “A Code for Outer Space, as Seen from the State Department” [外层空间行为规范：国务院的观点], US Department of State, 15 March 2012, http://www.state.gov/t/us/186645.htm.

14. Rajeswari Pillai Rajagopalan, “The Space Code of Conduct Debate: A View from Delhi” [太空行为规范辩论：印度的观点], Strategic Studies Quarterly 6, no. 1 (Spring 2012): 140.

15. International Academy of Astronautics, Cosmic Study on Space Traffic Management [太空交通管理的宇宙观研究], (Paris: International Academy of Astronautics, 2006), http://iaaweb.org/iaa/Studies/spacetraffic.pdf.

16. Michael Krepon, Theresa Hitchens, and Michael Katz-Hyman, “Preserving Freedom of Action in Space: Realizing the Potential and Limits of U.S. Spacepower” [维护太空行动自由：发挥美国太空力量的潜力和承认其局限性], 收录于 Toward a Theory of Spacepower: Selected Essays [太空力量理论探索：论文选编], ed. Charles D. Lutes and Peter L. Hays (Washington, DC: Institute for National Strategic Studies, National Defense University, 2011), 401.

17. Lisa Daniel, “Defense, State Agree to Pursue Conduct Code for Outer Space” [国防部和国务院同意推行外层太空行为规范], US Department of Defense, 18 January 2012, http://www.defense.gov/news/newsarticle.aspx?id=66833.

18. Department of Defense Directive 3100.10, Space Policy [太空政策], 18 October 2012, 2, http://www.dtic.mil/whs/directives/corres/pdf/310010p.pdf.

19. 见注释 15，第 11 页。

艾伯特·哈里斯，美国空军上尉（Capt Albert C. Harris III, USAF），肯塔基大学文学士，特洛伊大学国际关系理科硕士，现任驻弗吉尼亚州 Chantilly 的国家侦察局（NRO）国家侦察运作中心使命主任。他在此岗位上昼夜值班，作为 NRO 局长的唯一代表与各界利益相关方交流，包括情报界、国防部、联合参谋部及白宫，通报 NRO 使命进展和运作状况。他于 2004 年获授军官衔，由空军中队指挥官学院和空军指挥参谋学院结业，并修完高级太空运作学院的高级轨道力学和高级卫星通信课程，还是 Capella 大学的博士研究生。他由此前各种任职获得领导经验，包括在蒙大拿州 Malmstrom 空军基地任 ICBM 团队指挥官和飞行副指挥官，在加州范登堡空军基地联合太空运行中心任太空态势感知作战操作官兼太空发射教官及太空效果作战规划官，及在 NRO 安全与反情报办公室人事安全部任副处长。哈里斯上尉的著述包括发表在空军太空司令部《高空边疆》（High Frontier）杂志的一篇文章及《空天力量杂志》的一篇书评。

一个强化导弹预警的低风险方案

Missile-Warning Augmentation: A Low-Risk Approach

杰弗里·哈利斯（Jeffrey Harris）
吉尔伯特·西格特（Gilbert Siegert）

美国运用各种新天基能力取得的近期成功表明，我们决心依凭强大的太空计划保障国家安全。美国军事和情报部门担负着在世界范围开展行动的责任，要求我们提供及时的情监侦、预警和通信支持，确保各部队以高效能和高效益实施行动计划。我们向科研、开发、生产、运行等领域所做的大量投入，已经生成重要的天基使命能力，为美国及其盟国推行国家安全目标提供强大的独特优势。

美国的国家安全对太空的依赖越来越强。然而，各种调研、审计、演说、文章、国会证词等形成的舆论态势却传递出一个明确的信息：(1) 美国国家安全太空系统从概念讨论到实际部署成本过高，耗时过长；(2) 我们的太空能力面临严重且日益增大的威胁，若置之不理，我们的太空基础设施将出现更多漏洞，变得更加脆弱而防不胜防；(3) 目前的美国财政形势，包括可能毫不留情的国防预算砍削，对现行采购做法能否继续下去构成挑战。

公开文献指出，如果太空项目从卫星基线组合结构急剧过渡向新结构，如果这种急剧过渡涉及到采用不成熟的替代技术，就可能引发风险，本文针对这种风险进行实事求是的分析。所引文献主要是政府问责署以往的报告、研究、项目历史等。本文希望以此提高我们对重大风险的警觉，这就是，在太空项目中，当我们做出结构性过渡决策时，当这种决策所依赖的新技术设计并未经过实用验证，并且我们对承包商的生产能力及成本并无把握时，那么，采购项目以及太空系统的运行就难以成功。本文直接以太空持久红外监视卫星网（OPIR）结构为例，随着卫星载荷散宿做法的兴起，太空及导弹中心正在考虑将 OPIR 向新结构过渡。该中心提出的初步概念包括从天基红外系统（SBIRS）转变为宽视野（WFOV）载荷散宿做法。[1] 本文为此建议一种审慎的、从演示论证到原型机的低风险做法，来嵌入能力，规避风险，并提高对生产与制造成本的估算可靠程度。

OPIR = 太空持久红外监视卫星网
SBIRS = 天基红外系统
WFOV = 宽视野
AIRSS = 替代红外卫星系统
GEO = 地球同步轨道卫星
DSP = 美国国防支援计划
CHIRP = 商用卫星容宿红外载荷
RDT&E = 研究 / 开发 / 测试 / 评估

重塑太空的努力

近年来，空军领导人在努力探索新的卫星组合结构和采购战略，希望通过此途来解决现存太空项目继续实施和运行可能产生的高成本问题。空军目前大部分卫星网络都是由若干个大型的、能力超强（通常都能执行多种任务）的卫星组成。具体地说，空军正在考虑的新组合结构，是把各种任务能力分散载荷到多个平台中——多个商用或特制的小型卫星中。这个概念称为“载荷散宿”，它主张美国应“多次少量购买，逐步形成能力，

分布能力载荷，散宿到更多小卫星或容宿平台中，并把地面部分向（共用）模块化开放结构转移。”[2] 需要指出的是，目前的 OPIR 已经是一种散宿组合结构，该系统使用在多个不同轨道上的自由卫星和寄宿载荷，以及分布式地面结构，来支持多家任务用户。现在，如果转向购置更多新结构新能力的做法，启动这样一种大范围的、有人认为是冒进的结构性过渡——尤其是在我们认为目前的系统才刚刚开始显示出性能和功效显著提升甚至超越预期的时候——国家安全界做好这种准备了吗？[3]

OPIR 使命通过 SBIRS 和其它系统开展太空非成像红外监视已有数十年时间，现在又成了新宠，因为它把目标特征的细微差别、时间及位置信息整合到持续情报和作战产品之中，为作战人员带来令人振奋的新能力。把各种观测信息及时而近于无缝地整合为完整图像，就能提供辨别能力。用户们也开始相应采用分析工具和技术来有效地利用这些新能力，但这只是开始，他们将更深刻地了解如何利用这些令人惊奇的新数据。最近，陆军已试验把 OPIR 传感器数据直接下载到手握式装置上来增强战空态势感知，陆军希望通过建议的联合能力技术演示做进一步实验。[4] 而且，SBIRS 项目办公室正在研究利用 SBIRS 红外监视数据支持天气和气候信息的要求。[5]

扩展 OPIR 传感器能力

作为替代的红外卫星系统（AIRSS）是国防部在 2007 财年预算中启动的一个新计划，其目的是取代 SBIRS 高轨计划中的地球同步轨道（GEO）卫星部分，并替换美国国防支援计划（DSP）的导弹预警卫星。[6] 根据政府问责署 2007 年的报告，国防部没有像最初预期的那样把 AIRSS 作为“计划 B”来实施。该计划最初是为了保持原来的运作连续下去，现在国防部却把计划的重点改为发展新能力，而且是在高度压缩的时间框架内进行。鉴于以往关于太空项目采购的经验教训，国防部各利益相关者未能就该做法统一认识。[7]

目前的商用卫星容宿红外载荷（CHIRP）实验源自 AIRSS 项目，也被称为第三代红外监视遗留项目。AIRSS 项目被终止以后，作战响应太空办公室和 SBIRS 项目办公室继续进行散宿载荷飞行演示，旨在推进散宿载荷的研制，并以最低成本进行 CHIRP 焦平面阵列的在轨测试。科学应用国际公司的 WFOV 传感器被纳入了由轨道科学公司制造的 SES-2 商用 GEO 通信卫星，是以快速高费效比的方式验证运用 GEO 卫星的导弹预警技术。CHIRP 红外传感器包括一个固定望远镜，能从 GEO 卫星观察地球的四分之一。通过对这种红外传感器的测试将检验其 WFOV 监视技术和能力，最终将用于空军未来的 OPIR 使命。

CHIRP 实验包括的正在进行的 WFOV 技术演示，将有助于防止此技术嵌入到导弹预警结构中之后可能出现的风险，也向我们揭示把载荷分散寄宿于商业卫星可能发生的问题。然而，它仅代表着应对多次采购审计中所发现的有关性能、结构、制造可行性的众多风险的第一步。要把集许多任务—— 导弹预警、导弹防御、战空态势感知、技术情报——于一身的现有 SBIRS 结构转变成一种将主要依靠 WFOV 技术的载荷散宿式结构，在眼下还存在着重大的任务风险。

CHIRP 实验中的 WFOV 导弹预警（评估）传感器，利用了源自 AIRSS 项目的新传感器焦平面阵列芯片有限生产能力。伯德肖公司

（Burdeshaw Associates）最近完成的一项有关传感器性能的研究指出：

> 这些 WFOV 设计考虑使用大幅凝视阵列提供全地球覆盖——不用动态调整光路，而用一系列光学有效载荷。这种 WFOV 设计模式的主要优势据称（但未经实践检验）能减少复杂性，从而降低成本，主要通过以下简化措施：
>
> - 取消诸如镜像组件等光路元件
> - 取消移动机械装置
> - 取消移动机械装置的地面任务下达软件
> - 使用普通光学装置构建（较）低成本的望远镜。[8]

要扩展 OPIR 的任务能力，就需要精确的地理定位性能。因为这项为任务所必需的性能取决于对所有有效载荷位置的了解以确保它们协调运作，所以这种了解进一步对整合精确度、航天器稳定性、星历表、视线知识等提出要求。这样的复杂性还引出另一个后果，这就是，这些设计参数还必须容许各独立传感器载荷覆盖面之间重叠，以能插入像素来达到地球空间分辨率的任务要求。CHIRP 实验计划不包括对这项标准的验证。WFOV 独特依赖的基本技术——每面有数千像素的大型、高像素数目红外焦平面——相对于导弹预警及其他 OPIR 任务的严格目标探测需要来说，在均匀性和故障率方面还有待成熟。

目前正考虑把备选 WFOV 传感器作为有效载荷寄宿到其他卫星上或部署到一颗小卫星上。覆盖能力通过整合一个焦平面阵列得到扩展，该焦平面阵列包含与各种光学仪器选项（从 4 度到 14 度）相结合的 3000 x 3000 个探测器（3K x 3K 焦平面阵列）。通过使用这些选项，该焦平面阵列能监测更大的地理区域。然而，监测覆盖面积的扩大导致地理空间分辨率受损，因为分辨率随着覆盖面的扩大而降低，从而负面影响到对来自密集分布发射地点的发射个体的辨别能力，这种负面影响一直持续到各弹道之间充分分离之后才消失。OPIR 导弹预警任务中的战略及战区预警部分，要求评估空袭计数准确度和对助推段跟踪获得全面了解。只有达到这两项，我们才能做到快速预警，辨识出来袭导弹的特征，为响应决策提供可靠依据。这些设计要点对于确定整个系统的性能很重要。伯德肖公司的研究揭示出以下情况：

- WFOV 是理想的技术，但是由于设计和生产中还有一些挑战没有克服，因此无法在近期内使这种技术成熟。这些技术目前具备的灵敏程度还不足以对付现在的高阶威胁及许多新现威胁。
- 大型中波红外格式目前无法达到经济可行的均匀度和故障率，仍有待完善。
- 与现有大型焦平面结合的宽视野覆盖面限制了孔径尺寸，此孔径必须比 SBIRS 小许多。简单说就是，灵敏度需要光子，而光子数目是孔径尺寸的一个应变量。
- 在现实场景中的目标区分和计数能力还很差，这是一个切实的担忧。

为了帮助提高分辨目标的能力，WFOV 设计中为光路增加了一个活动滤光轮，以适应额外的红外光谱带。这就比一个类似 CHIRP 的凝视阵列增加了复杂性和成本。[9]

WFOW 有效载荷与容宿卫星结合的一些现实情况可能还需要更多的技术和工程设计。博德肖公司的研究引用了一份对工业基础分析的调查，该调查得出以下结论：

- WFOV 可能需要在光路上增加图像移动补偿镜以保持图像质量；否则，卫星舱震动、稳定性和偏航等特征，会破坏光学图像及其成像处理技术及地理定位所需要的配准。
- 相对纤细的 WFOV 多路望远镜设计，将需要一个足够坚硬的整合结构把姿态基准从一个望远镜传输到另一个望远镜，以保持微弧度级的绝对视轴知识，因此可能把较低成本的商用卫星舱选项排除于外。
- 内部自积累的视轴知识校准能力，将是 WFOV 有效载荷设计趋于完善的必不可少的一部分。
- 要完善 WFOV 有效载荷设计，必须首先拿出一个隔热、太阳能、太阳辐射防护设计。这对寄宿的 WFOV 有效载荷是一个特殊挑战，因为 CONOPS［作战概念］灵活性在这里也许会受到商用卫星自身优先任务的限制。[10]

若想采用 WFOV 设计，必须在采购早期解决上述复杂的问题，才能保证向新技术的转变过程顺利且可预测。

国防部长办公室参谋班子的评估结论是：由于所需的功能尚不充分具备，我们不可能在采购 SBIRS 项目 GEO 6 卫星之前就启动转变，因为替代技术研发时间表跟不上。如此，要满足 SBIRS GEO 7 卫星的需要日期——假定向新技术的转变从 2014 财年开始——则会有风险。在当今这种财政气候下，国防部长办公室要想一方面转向研发和采用新结构，同时又要完成和维持目前的导弹预警结构和项目，将十分困难。在 1990 年代，我们很容易就从 DSP 卫星组合结构（用于导弹预警探测的老一代 OPIR 卫星）向 SBIRS 转变作出决定，但此一时彼一时，我们现在没有备用的 DSP 或 SBIRS 卫星，一旦出现采购延误、性能不达标，或发射失败，导致新结构无法及时部署，就会对整个卫星网运作造成重大风险。把现在的形势和 1994 年对比，就能看出以下问题：

- 在 1994 年，导弹预警结构非常坚实可靠，当时，DSP 计划已持续运作了 20 多年，轨道上有备用卫星，另有 6 颗卫星（DSP 18-23）在制造中，其结果是运作风险低，而且我们也有时间来设计和发展 SBIRS。
- 当前，导弹预警结构显示存留的 DSP 卫星健康每况愈下，轨道上只有 SBIRS GEO 1 这一颗卫星，SBIRS GEO 2-4 号卫星仍在制造之中，表明目前状况远不如以前强健。

此外，国防采办历史也一再证明：对采用革命性新技术构建新结构的成本评估通常过于乐观，因为人们常常低估系统工程、项目管理、非重复性工程设计、运行整合、发射行动等所隐含的困难。在各种替代方案中，地面基础设施的成本常常被假定为中性。然而，在本文所讨论的有效载荷散宿组合结构中，将需要把许多传感器寄宿到不同卫星，由此引发的各种新的包括意外的问题，将频频出现于管理、基础设施、数据整合等领域。

一项可能的低风险强化方案

过去的几十年里，我们在航天系统发展（SBIRS、转型通信卫星、天基雷达等）中付出了许多沉痛的代价，也许其中最重要的教训，是不可忽视成熟技术的使用。要把新技术纳入一项综合国防采购计划，最好的做法是尽早投入努力，认真演示这些技术的性能，进一步演化为完整原型机，然后确定投入全面生产。这种情况非常值得我们现在选择 OPIR WFOV 替代方案时借鉴。

由此看来，我们需要一个结构化的方案，据此审慎地逐步地演示个别航天器研发和生产过程及性能，以及多颗卫星组合为整体结构后的性能与影响，从而降低性能风险和进度风险。这种方案的关键要点应该包括：(1) 在向新技术转换的整个期间维持能执行使命的基本能力；(2) 从演示器向原型机过渡期间充分评估新技术的运行性能；(3) 在原型机研发期间认真验证最终运行性能和生产成本；(4) 了解整个组合结构的影响。

博德肖公司的研究提供了一个进度示例，该示例中列出了一个以组合结构替代方案和 / 或后续项目为终点的低风险逐步成熟计划的主要元素。据此，本文给出一个结构化顺序方案（见图 1），该方案把新旧技术过渡期间的风险成本降到最低程度，同时也避免性能、生产、制造方面的隐患。深色和中深色色箭头（GEO1-4 和 HEO3-4）表示已经在生产中的 SBIRS 航天器，浅色箭头代表需要额外资金的航天器以及预估的交付日期，日期的设定中考虑了如何缓解潜在运行问题对整个使命的影响。图中给出了这个纳入新技术的强化计划的三个阶段，其中无色部分代表研发和生产；深色和浅色部分代表在轨评估时间线；五角星代表这项计划中决定切换到新的导弹预警卫星组合结构的第一个决策评估点。

维持新旧结构转换期间的正常使命运行

幸运的是，SBIRS 的性能超出预期。我们了解其生产成本和风险；此外，购置了 SBIRS GEO 7-8 号卫星和高椭圆轨道 HEO 5-6 号卫星之后，我们就能期望这样的维持能力将足以支持所有四项任务到 2030 年。这就为国防部提供了一个能力维持期，在此期间它能够透彻地评估和研发 WFOV 能力，并按照最低年度投资做法减少中期和长期风险。通过逐步完善 WFOV 卫星网的任务要求、技术能力、组合结构方案等，国防部能够全面了解新组合结构中新技术成份的成本、性能、生产及制造能力，达到向新结构转换的时间点。实现这个目的的第一步，是完整了解和

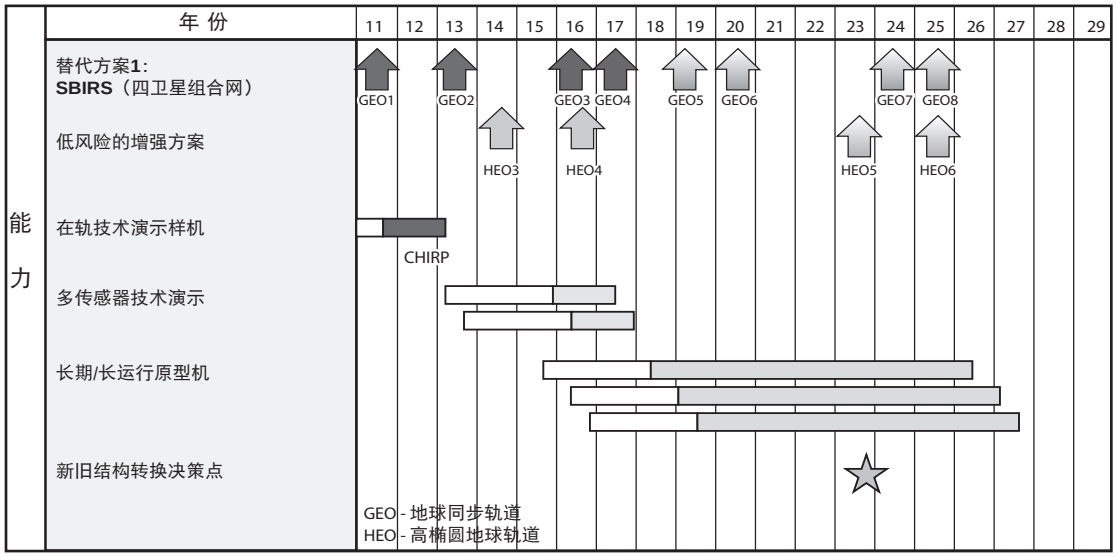


图 1：低风险的逐步强化方案

确认所有利益相关者对 WFOV 卫星网结构的预期要求。

从演示器向原型机过渡期间充分评估新技术的运行性能

目前的 CHIRP 演示，重点在评估第三代红外监视技术的研究 / 开发 / 测试 / 评估（RDT&E）期间进行的 WFOV 模拟的预期正确性。进一步，我们通过演示获得对 WFOV 基本性能、以及把载荷寄宿到商用卫星后的整合表现的基本了解。用 8 个月到 1 年时间评估测试结果，将有助于我们确定数据精确度和 WFOV 传感器在强化未来导弹预警能力方面的应用。前面已讨论过，众多数据获取和处理领域需要关注，以确定数据获取及其精确度在战略和战术上是否都足以支持导弹预警任务。为了验证数据精确度能力，我们也许需要增加一次后续的多传感器技术演示。

确定了性能要求、灵敏性、WFOV 均匀性和故障率之后，技术演示就能从验证 WFOV 技术的预期性能转为设计论证，即更仔细地审查国防部分派给导弹预警强化能力计划的具体任务和性能要求。如果该强化计划确实是为了重点加强多数关键 OPIR 任务需要的生存韧弹性，那么，我们就应该争取使整体任务性能达到在任何突发事件中都能维持战略和战区导弹预警能力的目标。我们必须证明其性能符合预期，能提供足够准确的信息，使导弹预警对所有地理区域的所有威胁环境都具备效能。该组合结构应该重点强化韧弹性，足以从其他任何核战略部队所能承受的一次核打击环境中生存下来。为了增强此组合结构的灵活性，我们必须通过演示论证 WFOV 传感器配置，确保它能从覆盖地球四分之一扩展到覆盖整个地球。同样，我们也必须同时加固卫星舱及合并处理多阵列，以确保 OPIR 任务需要的精确度。而且，我们还必须对超期服役的在轨卫星和传感器进行论证，因为要把短寿命航天器或传感器更换成大型、长寿命星座，就会大幅度提高涉及长期提供任务能力的生命周期成本。设计技术演示之后，导弹预警强化计划应该演进到对多卫星原型机的运行设计配置，对此进行演示论证确定达到预期要求。

在原型机研发期间验证最终运行性能和生产成本

在导弹预警强化能力的最终设计成熟之后，我们应该着手发展接近最终设计的原型机，以验证生产和制造成本，并制定生产线和供应商层面的组织、程序和成本。对照接近标准的设计对多卫星性能进行在轨评估，能使我们对星座任务能力有高度自信的了解，也使部署和运行的整体概念具体化。另外，更多的工业生产厂家对生产成本估计抱有信心，将有助于维持项目费用支撑更长的生产周期，确保生产出许多卫星。对项目估算成本的高度信心，使我们能对整个卫星组合结构做出更切实的生命周期成本估算，从而为过渡提供更准确的决策依据。

了解整个组合结构的影响

最后一点，这个低风险的强化方案给予我们时间来充分了解整体结构演变（包括地面配置演变）的成本，即演进为由多卫星——包括自由飞行卫星和容宿卫星——组成的“散宿组合结构”的成本。我们将有时间来调整作战概念和部队整编，以适应新的运行方式。对发射基础设施、通信升级、任务管理、跨多系统的任务数据处理、任务处理过程变化等相关成本的了解，都将随着传感器和航天器设计的发展而趋于成熟。

太空项目采购历史加深对急剧过渡做法的担忧

对太空项目采购多次审计得出的结论是，重复出现的风险继续困扰着新启动的太空项目，表明这种采购状况将导致项目成本增加和难以平稳向新能力转变。在 2012 年 3 月 21 日，政府问责署负责采办与招标管理的克里斯汀娜·夏普兰主任（Cristina T. Chaplain）在美国参议院武装部队委员会战略部队小组委员会作证如下：

> 我们通过审计发现了造成采购问题的许多原因，其中有几个原因一直很突出。在更高层，国防部总是倾向于启动太多的武器计划，超出自身财力，造成资金竞争，各竞争方一味高调宣传，而不顾及现实情况和健全管理。国防部还倾向于匆忙上马太空项目，往往并没有确定自己是否能在现有资源和时间限制内取得其所追求的能力。当该项目所依赖的关键性技术仍处在发现和发明的相对早期阶段时，根本无法准确估计设计、研制、建造一个卫星系统需要多长时间。最后，从历史角度看，许多项目都企图一步到位满足所有要求，而不顾设计的挑战或获得全部能力所需要的技术成熟性。国防部喜欢制造能执行多项任务的大而复杂的卫星，有时候技术挑战超出目前的能力。图 2 说明可能造成项目失败的主要负面原因。[11]

同样，在 2011 年，国防研究所分析了最近违反纳恩—麦科迪修正案（Nunn-McCurdy Amendment，目的是限制武器采办方面的成本增长）的根本原因，其分析结果使兰德公司总结出以下经验教训：

- 生产延误使得受私营市场条件变化的影响加大，由此可能导致成本增加。

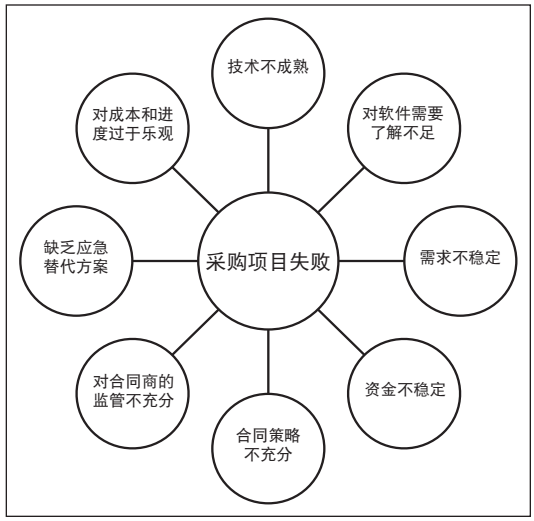


图 2：可能造成项目失败的负面原因

- 采购中过于灵活（比如一些项目反复启停）势必付出相应代价。
- 成本估算应该在不受项目经理影响的情况下进行。
- 把改装件和新造件结合使用会造成复杂性，也可能导致成本增加。
- 对制造程序的编排需要做更多的计划。
- 大幅度减少采购数量会显著提高单位成本。
- 必须经过充分的 RDT&E 过程才能保证项目的“可生产能力”。
- 对技术性复杂的项目，政府需对合同商进行更多监管。
- 需要对计划的风险部分设置更多“折冲”措施。
- 在设计规格和性价比权衡的讨论中需要更多合作。[12]

以上这些并非新论，教训的伤疤提醒我们在辩论中引以为戒。在本文讨论的项目中，有些纳入考虑的新技术将是我们构建载荷散宿组合结构的关键，但是这些技术可能才刚进入技术演示和论证期，它们的性能水平、

结构性影响（例如：降低对个别节点和任务网络运行的风险）、制造 / 产品可行性等，都还在评估过程中。如果我们还只能靠 PowerPoint 幻灯片来获得对这些技术设计的了解，那么就意味着可能有重大风险，意味着我们必须做更多研制努力和演示，才足以规避风险领域，满足任务保障的需要。制定一个财力能及、时间序列合理的方案来避免这些问题，就能筑起“折冲”篱笆，有助于我们避免项目的意外成本，实现更大组合结构内的预期性能。

复杂的国防部采办程序有众多的利益相关者，各家之间的关系盘根错节，各种程序互联纠结。那么，毫不奇怪，随着项目建议从 RDT&E 阶段演示演进到全面研发和生产，一系列新的组织结构、管理程序、新增人员、设施、设备投资等也开始发挥各自的作用。从历史上看，投标书中的成本估算，如果是基于成熟及熟知的工艺流程和结构，而不是基于新现的或未经实践验证的技术，往往更加准确。在当前向新技术结构转换的过程中，对风险的评估特别要关注以下几点。

控制需求

就 OPIR 而言，我们需要把强化方案应该提供的一组能力需求明确列出，从而排除向研制和生产过渡的期间发生混淆。显然，目前已演示的 WFOV 能力不能满足 OPIR 的全部需要。如果能加强关注，把这些系统为强化整个卫星结构所提供的各组需求规定清楚，将可缓解随着项目的演进而出现的需求增加，从而进一步防范项目成本因此而失稳。

改进系统工程

概念设计可以慢慢开发，此过程中应通过逐步推出表现力越来越强的演示样机，使人们加深了解这套系统的性能可靠性、结构整合情况、制造 / 生产过程成本，等等。把产量规划低些，就能给出时间来逐步改进和调整设计及生产工艺。这样，即使设计和生产中出现意外情况，必须做出某些重大增补，也不至于对项目成本和进度造成巨大冲击。

类似的教训也适用于太空系统和新旧两代组合结构的过渡。为了避免对制造可行性构成类似的风险，我们必须确保从传感器和航天器演示样机到原型机之间增加逐步演进的步骤。就 OPIR 而言，由于多传感器数据整合和交叉可能引发结构性影响，我们必须测试在轨多 WFOV 传感器，从而更好地领会它们可能对数据精确度和任务的履行产生的影响。除非我们对这些演示和原型机树立了相当的信心，否则，这个替代方案将一直处于成本失控甚至项目失败的高风险之中。

辨识使用商业基础可能面对的隐性成本

兰德公司的研究指出：

> 这个［宽带填隙卫星］项目给我们的更普遍的教训是：当国防部采购借助民间能力基础（尤其是一个特定公司的商业基础及其生态系统）时，它要承担一定的风险。这个基础也许会缩小，难以承担所有的运营成本。即使民间能力基础不缩小，它也会随市场形势逐步演变。如果国防部的需求不能与之平行演变的话——原本不需要与之齐头并进——那么两者之间就会出现分岔。这意味着，要么国防部的需求无法满足（虽然有时候可以接受），要么原本依赖民间能力基础的这个项目最终必须自起炉灶……。这就要求我们必须施加一些采购原则，否则，国防部就只能支付差额。那些反复启停的项目比稳态推进的项目（例如每年采购数量保持平稳）付出更高的成

本，而稳态项目又比总购项目（例如合同规定6颗卫星，造好交货）更加昂贵些。虽然由于多种原因（例如需求频变、风险管理、国会政治等），国防部不一定能保证平稳数量的采购，所有相关人士都应该明白：采购灵活度的增大会引发成本的增加。[13]

理解采购数量的变化

兰德公司的研究进一步指出：

数量的变化从来都不是成本变化的主要根源。确切地说，数量变化总是受某种其他因素（比如威胁或任务的变化）所驱动；是其它因素改变了需求或技术问题，从而增加了成本，也因此影响到采购能力。

最初为DD-21[驱逐舰]设想的32艘舰规模减少到了“里程碑B”基线中的10艘舰，减少的原因是造价超出购买能力。随着系统设计的成熟，而且通过EDM[工程设计改进]也获得了关键技术和子系统方面的经验，我们做出了更切实（更高的）的成本估计，故而降低了产量（批准在特定年份建造的舰只数目）和总数量。[14]

从WFOV焦平面阵列覆盖地球的目前状态来看，可能会需要多个传感器和航天器来提供相当于SBIRS所提供的覆盖面积。基于这个标准，也因为星座规模的扩大意味着必须增加生存韧弹性，结构数量将需增加到20或更多个平台。如果在论证设计向系统研制决策转换期间成本逐步攀升的话，对DD-21驱逐舰和其他计划产生的影响，可能也适用于导弹预警领域。这种风险再次提醒我们认真对待从演示到原型机开发的周期，以加深了解设计、性能、结构和生产成本中的潜在问题。

结语

在过去的几十年里，国会对国防部的计划采办困难给予了特别关注，并再三指示：国防部的内部报告，还有政府问责署和各种委员会的报告，都要审查太空和非太空采购计划和做法。这些审查结果使我们更加深刻地认识到：我们需要明智地发展技术，而且在决定投入生产之前要逐步测试和完善设计。在当今的财政气候下，如果无视这些教训而坚持在对新技术性能及生产能力的评估还不成熟时就追求结构转型，无异于做傻事。而且，计划延误或成本风险证明将对导弹预警任务的运行带来灾难性后果；因为，形势今不似昔，现在一旦计划中断，我们就没有一个强大的备用OPIR使命兵力结构来维持运行。♣

注释:

1. Lt Gen Ellen Pawlikowski, Doug Loverro, and Col Tom Cristler, “Space: Disruptive Challenges, New Opportunities, and New Strategies”[太空：破坏性挑战、新机遇、新战略], Strategic Studies Quarterly 6, no. 1, http://www.au.af.mil/au/ssq/2012/spring/pawlikowski.pdf.
2. Sara M. Langston, “USAF Official: Long Road For Distributed Sats”[美国空军官员：构建分布式卫星体系任重道远], Aviation Week, 31 August 2011, http://www.aviationweek.com/avnow/news/channel_space_story.jsp?id=news/asd/20.
3. Director, Operational Test and Evaluation, FY 2012 Annual Report [2012财年年度报告] (Washington, DC: Director, Operational Test and Evaluation, Office of the Secretary of Defense, 2013), http://www.dote.osd.mil/pub/reports/FY2012/pdf/other/2012DOTEAnnualReport.pdf.

4. Briefing, Space and Missile Defense Center, Huntsville, AL, subject: Theater InfraRed Proposed Joint Capability Technology Demonstration [简报：建议的战区红外联合能力技术演示], 2011.

5. Air Force Space and Missile Systems Center/ Weather Program Office, Los Angeles AFB, El Segundo, CA, “Defense Weather Satellite Follow-on Industry Briefing” [防御气象卫星后续工业简报], 25 April 2012.

6. SBIRS 是一个卫星混合系统，包括 4 颗 GEO 卫星、两颗高椭圆地球轨道（HEO）卫星载荷，以及地面相关硬件和软件，其传感器灵活度和敏感度有极大提高。像其前身那样，SBIRS 的传感器涵盖短波红外、扩展的中波红外和直视到地面的波段，所以能执行比 DSP 更广泛的多种使命和任务。HEO 传感器配置包括：一个重约 500 磅的红外有效载荷（扫描传感器）、三种颜色（短波、中波、直视地面）、传感器芯片组件、双光学瞄准的短筒施密特望远镜、灵活精密万向节瞄准与控制、被动热冷却、100 Mbps 传输到地面的数据率、战略及战区监测，等等。GEO 卫星配置包括：发射时约 10000 磅的预估湿重、由 0.05 度瞄准精确度和太阳能飞行器姿态控制所稳固的三根轴、RH-32 抗辐射并装有可重新装载飞行软件的单板电脑、由砷化镓太阳能电池阵产生的大约 2800 瓦电、装有特供 / 抗扰骗安全模块（SAASM）的 GPS 接收器、约重 1000 磅的红外有效载荷（扫描和凝视传感器）、三种颜色（短波、中波、直视地面）、传感器芯片组件、双光学瞄准的短筒施密特望远镜、敏捷精确瞄准和控制、被动热冷却、用于正常 / 可生存 / 持久运行的安全通信链接。

7. Government Accountability Office, Space Based Infrared System High Program and Its Alternative [天基红外系统高轨道计划及其备选方案] , GAO-07-1088 (Washington, DC: Government Accountability Office, 12 September 2007), http://www.gao.gov/assets/100/95166.pdf.

8. Burdeshaw Associates, Space Architecture Study [太空结构研究] (Bethesda, MD: Burdeshaw Associates, March 2013), 181.

9. 同上，151n3。

10. 同上。

11. Senate, Statement of Cristina T. Chaplain, Director, Acquisition and Sourcing Management, GAO, Testimony before the Subcommittee on Strategic Forces, Committee on Armed Services：Space Acquisitions: DOD Faces Challenges in Fully Realizing Benefits of Satellite Acquisition Improvements [航天采办：国防部需要加强努力，充分实现改进卫星采购方式所带来的利益], 112th Cong., 2nd sess., 21 March 2012, 15-16, http://www.gao.gov/assets /590/589487.pdf.

12. Irv Blickstein et al., Root Cause Analysis of Nunn-McCurdy Breaches [分析违反“纳恩—麦科迪法案”的根本原因], vol. 1 (Santa Monica, CA: RAND Corporation, 2011), xvi, http://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/monographs/2011/RAND_MG1171.1.pdf.

13. 同上，第 84 页。

14. 同上，第 27 页。

杰弗里·哈利斯（Jeffrey K. Harris），罗切斯特理工学院理学士，现任 JKH 咨询公司首席执行官。他曾在政府和业界服务，培育新技术和项目，为提升美国国家安全能力做出贡献。他曾担任洛克希德马丁公司导弹与太空分公司总裁及特别项目总裁，以公司主管身份自洛马公司退休。他也担任过太空图像公司总裁，该公司领先提供高分辨率卫星图像和信息产品，作为低价高效解决方案以满足全球商务需要。在从商以前，哈利斯先生担任过高级国家领导职务，包括空军部太空助理部长、国家侦察局局长，及全国情报副执行总监。在这些岗位上，他直接支持国防部长及中央情报总监。

吉尔伯特·西格特（Gilbert Siegert），加州大学圣芭芭拉分校理学士，怀俄明大学工商管理硕士，拥有超过 41 年国防部与业界航空航天经验，涵盖此期间涌现的许多太空运作和系统。他曾在美国空军服役 26 年，以上校军衔退役；在国防部长办公室担任支持职务 14 年，并任太空风险咨询公司总裁若干年，在此期间为 Burdeshaw Associates 公司做过多个太空相关项目。他在太空政策与战略制定、太空项目监督、美国政府流程、及商业太空项目等方面的专业知识对过去 40 余年太空事业的演进贡献良多。在担任太空政策副助理国防部长办公室太空政策、战略及规划特别助理期间，西格特先生奉命领导并参与了多个直接导致组织机构、项目规划及兵力结构经年改革的国会报告和跨机构与国防部研究分析。他的分析和建议奠定了历次“四年防务评估”文件太空部分及两次太空态势评估的基础。他致力贡献的许多基础性评估导致了全球定位系统、多项军事卫星通信系统、天基红外系统、电子光学侦察系统、天基雷达、导弹防御系统、防务支持系统计划、多个太空发射火箭、太空态势感知能力、以及支持技术等的发展。西格特先生对未来商业太空能力如商业太空发射合作、太空阳光发电技术、太空垃圾生成及领域后果、太空交通管理等概念的研究为太空产业预测及工业基础分析做出了贡献。

北方极地的搜索与救援：空军分内之事?

Search and Rescue in the High North: An Air Force Mission?

约翰·康威，美国空军退役上校（Col John L. Conway III, USAF, Retired）

人们在午夜的阳光下做着奇怪的事，
他们不畏辛劳地寻找黄金。
——罗伯特·塞威斯（Robert W. Service）

这位“育空吟游诗人”如果今天还活着，定然对出现在这片午夜阳光之地的新奇景惊讶不已。但是他不会吃惊于那些恒久不变的景观：长达六个月的黑夜、无时不在的危险、刺骨的严寒，以及那些为扬名、为发财或者纯粹为了“到此一游”而甘愿面对这三大风险的冒险家。冒险家们揣着各种动机，诸如勘探深藏的石油和天然气储藏、观察史无前例（就已知历史而言）的北极冰层融化、追逐领土权利、探索具有传奇色彩的“西北航道”，或者参加探险旅游。所有这些都导致人类活动大量增加——随之而来的，则是各种愚蠢、意外或不幸事件所导致的人类灾难风险的大量增加。朱诺港前任总管和海岸警卫队朱诺分队指挥官玛丽莎·伯特上尉（Capt Melissa Bert）表述了这样的担忧：“我不担心在北极地区爆发战争……却担心灾难，大家都没有做好应急准备，而随着去极地的人越来越多，发生大灾难的可能性越来越大。”[1]

尚未开发的资源

根据被视为至今最有权威性的2008年美国地质调查关于北方极地能源资源的估计，北极地区蕴藏着全球尚未探明的石油储量的13%和尚未探明的天然气储量的30%。[2] 这相当于大约900亿桶石油、1,669万亿立方英尺天然气和440亿桶液态天然气——其总量超过北极地区所有其他已知的石油和天然气储量。[3] 鉴于大部分北极领土已各有归属，实际上，争夺这些可勘探的自然资源的“竞赛”即将结束。但是，通过租赁权和运输枢纽进行的经济开发活动仍有极大的吸引力。

这些资源中有许多位于海水较浅（500英尺）的沿岸海域，因而具有“技术上可开采性”，但不一定具有“经济上可开采性”，因为目前还没有能够在北极地区进行近海油气作业的基础设施，尤其是在北美洲的北极海域。据估计，至少还需要有十年或更长的时间才会有真正开始油气开采作业所需的资本和技术。[4] 荷兰皇家壳牌石油公司曾经大肆宣扬其巨额投资计划（超过45亿美元），试图成为第一家在楚科奇海进行大规模钻探活动的石油公司，但是结果却凸显了上述各种问题。该公司在2012年只钻探了几口深度不大的勘探井，远远没有达到原先计划的六口深井目标，随后在短暂的勘探季节即将结束时放弃了钻探活动。后来，该公司的钻探船在安克雷奇西南300英里的一个无人小岛上搁浅，导致要求对近海勘探加强环保监管的呼声日益高涨。壳牌公司已取消了下一个勘探季节的作业计划，促使其他公司也对各自拟议的计划采取长远打算。[5] 但是，尽管人们不断担忧在勘探和开采初期会发生类似

的灾害，谁也不能长期对这么庞大的未开发油气资源的吸引力无动于衷。

穿越世界顶部的航道

北方极地还有望提供海运通道，缩短远东和欧洲之间的航程，这是人们数百年来梦寐以求的西北航道（图 1）和开放穿越俄罗斯北部的海上航线。紧贴着俄罗斯北部海岸线的北海航线上航行活动更多，远远超过加拿大的北极航线。在 2012 年，有 46 艘货船使用了北海航线，货物运输量超过 100 万吨，比 2011 年增长 53%。今后几年，在俄罗斯规模可观的破冰船队（有 30 多艘破冰船）的协助下，越来越多的船只可能会进入北海航线；中国最近宣布，2013 年夏天在北海航线完成了第一次商业航行。[6] 此外，支持钻探作业的地区性海运也持续发展。北方极地的海冰覆盖面积在夏季逐年缩小，使得人们长期企望的西北航道似乎会成为现实——至少在夏末秋初可望通航。有人曾断言这条航道将“与苏伊士运河媲美”，而且到 2015 年将是“无冰航道”；如今，这两种断言已经逐渐让位给较为谨慎的评估。但是，无冰航道和欧亚之间较短航线的前景继续获得世界各国的向往和关注。[7]

实际上，西北航道包括若干条穿越加拿大北极群岛的航线，该群岛由 73 个大岛和 18,114 个小岛组成，其覆盖面积大致等于格陵兰。偏南的航线其吃水深度只有 13 米，而偏北的航线其平均水深为 200 米。偏南的联盟海峡也许冰不多，但是吃水深的船舶无法通航。偏北的航线是最近启用的麦克鲁海峡，海水深，但冰封也多。[8] 挪威在 2011 年所做的一项研究显示，西北航道包含了多达七条不同的航线，而目前普遍使用的航线则是海冰条件最佳的航线。[9]

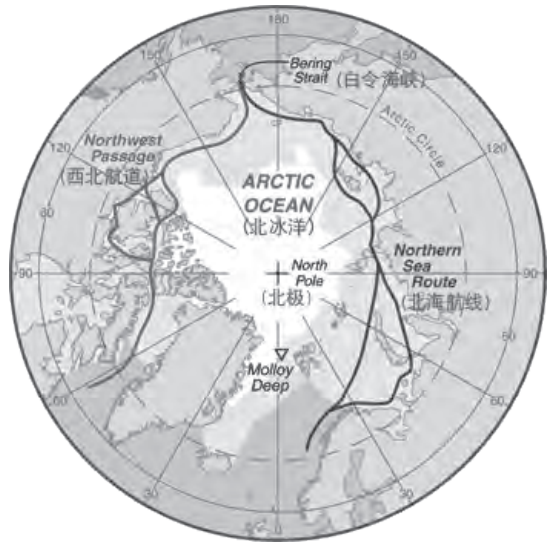


图 1：西北航道和北海航线（引自“Arctic Ocean”[北冰洋], 收录于 Central Intelligence Agency, The World Factbook [世界概况手册], https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/xq.html.）

尽管有些观察家使用“无冰”一词来描述西北航道，我们不可掉以轻心，因为即使是“无冰封海域”，也可能会有冰山。“无冰”是那些书呆子记者们捕捉眼球的词语，专家们宁愿较为确切地说“海冰消减”。[10] 而且，即使用这样的描述语，其意思还是说航道有冰。加拿大地理学家弗雷德里克·拉塞尔（Frédéric Lasserre）指出，历经多个季节（冰封、融化、再冰封）形成的冰层，其密度特别大，在整个“无冰”或“海冰消减”季节会对航行构成重大的危险却很难察觉。[11]

加拿大不列颠哥伦比亚大学教授迈克尔·贝尔斯（Michael Byers）认同此说，他并认为，随着格陵兰的冰川越来越快地滑入海洋，逐渐融化的冰层在北极东部海域产生了越来越多的冰山。他解释道，冰川的冰块非常坚硬，它们形成的大冰块特别危险，即使是防冰加固的船舶——船体加固但不具备破

冰能力的船舶——也害怕碰到它们。防冰加固客轮 MS Explorer 号于 2007 年在南极沉没，显示了此类船舶撞到历经多年形成的冰块会发生什么样的灾难。[12] 挪威的研究结果展示了一幅更加可怕的景象。该项研究斥责所谓“无冰”的说法，指出“大多数北极船运专家都认为这个说法其实是指海面上散布着冰山、小冰山和大冰块”，因此“从船员的角度来看……冰封少了，但是反而需要增加破冰能力。”[13]

关于北极地区冰层融化的未来趋势是众说纷纭，而气候与能源解决方案研究中心发布的研究报告《气候变化和国际安全：北极地区的预示作用》（2012 年）也许是其中最稳重的论述。[14] 该项研究根据夏季海冰最小覆盖范围的线性和非线性推断，列出北极航道的三个无冰日期（即夏季历史海冰消减 80% 的日期）。这些预测值从 2025 年至 2072 年的变化很大，但这并不奇怪。[15] 伦敦劳埃德保险公司关注盈利，并不在乎耸人听闻的预测；该公司对中期科学预测表示认同，但是警告说，冰层变薄可能会导致波浪作用增大，冰块更容易突然崩裂，从而增加整体不确定性。实际情况是，西北航道的冰块、岛屿和不断变化的气象条件形成了一个错综复杂的动态环境，使船舶航行极为困难，稍有决策错误就会酿成大祸。

西北航道支持者们竭力鼓吹北极航线可缩短航程，并且预言北极航运的复兴即将到来，但是事实并非如此。从地中海港口到亚洲的海运（例如从马赛到上海），如果走西北航道，从航程来看不会改善经济效益；而从高纬度港口到另一个高纬度港口，例如从马赛到横滨，如果走西北航道，则可提高经济效益。对可能使用西北航道或北海航线的 20 组出发港和目的港所做的分析表明，只有三组港口的西北航道航线是最短航程。[16] 尽管如此，北方极地航线可缩短亚洲市场和欧洲市场之间航程的吸引力仍然存在，引起越来越多的关注，导致北方极地的人类活动增加。

今天，只有游轮、私人冒险家和少量的商船使用西北航道，但是其航运活动的增长幅度已经很明显（1906-2006 年增长 69%，2010-11 年增长 40%，2012 年增长 30%），因而导致搜索与救援专家们焦虑不安，他们担心在如此严峻的自然环境中可能发生灾难性事故。[17] 专家们还指出，导航辅助工具不完善，是西北航道存在安全隐患的主要原因之一。《华尔街日报》刊登了一篇文章，重点讲述海床测绘存在的大问题：“总体而言，火星测绘图要比地球海底测绘图好大约 250 倍。”另一篇报道则警告说，按目前的速度，要全部完成加拿大的北极海域测绘图将需要三百年的时间。[18]

北极理事会和努克搜索与救援协议

1996 年，在北极地区拥有领土或明确界定权益的八个国家（美国、加拿大、俄罗斯、芬兰、挪威、丹麦、冰岛和瑞典）组建了北极理事会，“借以促进北极国家之间的合作、协调和互动，并且促进北极原住民社区和其他北极居民参与共同关心的北极事务。”[19] 北极理事会的特点是，只涉及北极国家面临的非安全问题；该地区的原住民和观察家把理事会描述为“其成员大多是科学家和学者，人数超过政治家。”[20] 北极理事会曾在 2008 年号召“进一步加强北冰洋区域的搜寻和救援能力，”并于 2011 年采取实际行动，在格陵兰努克签署了一个搜索与救援协议，即《北极航空和海上搜索与救援合作协议》（称为“努克协议”），该协议声明各签署国将在其指定区域内（图 2）建立和维持“充分和有效的

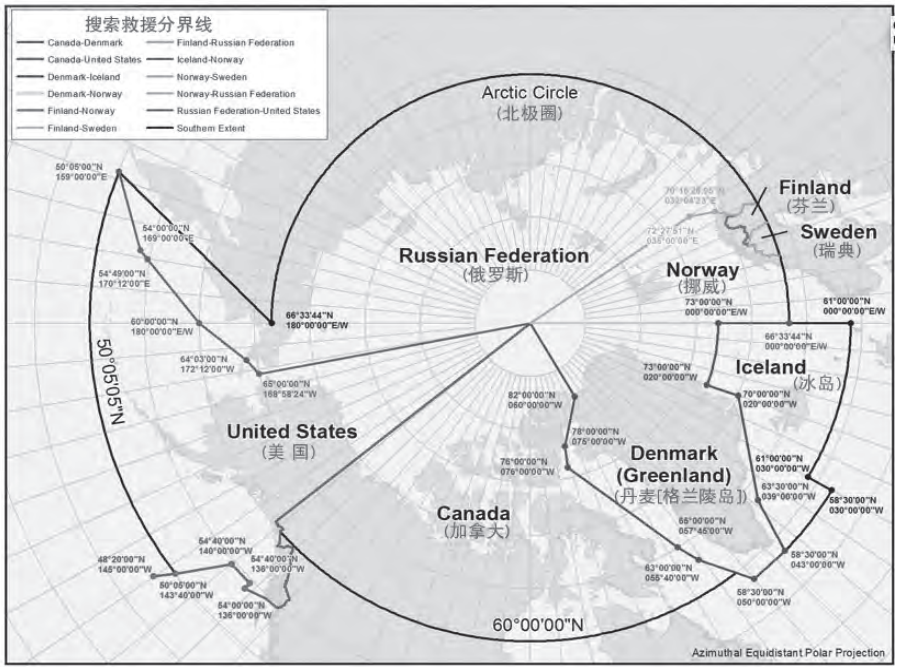


图 2：北极搜索与救援协议适用区域（根据 Agreement on Cooperation on Aeronautical and Maritime Search and Rescue in the Arctic [北极航空和海上搜索与救援合作协议] 附录所列的地理坐标，12 May 2011, http://www.ifrc.org/docs/idrl/N813EN.pdf. 地图引自“Arctic Search and Rescue Agreement”[北极搜索与救援协议], Arctic Portal, http://arcticportal.org/features/751-arctic-search-and-rescue-agreement.）

搜索与救援能力”。[21] 此外，该协议规定，一旦在北方极地发生飞机坠落、游轮沉没、石油溢漏或其他灾难，成员国必须相互协调搜索与救援工作。[22]

美国负责阿拉斯加和白令海峡入口周围一大片海域的搜索与救援行动。这个范围还包括西北航道的西部入口海域和北海航线的东部入口海域，与俄罗斯的堪察加半岛平行。美国还负责波弗特海、楚科奇海和北极海的搜索与救援行动，该海域一直延伸到北极点。美国负责的海域不是努克协议中所列的最大海域，但已经大到对美国资源造成一定的压力。努克协议有一个重要条款——它使得搜索与救援计划人员望而生畏——此条款规定，任何一个签署国都可以在必要时请求任何一个或多个其他签署国给予援助，确保“向陷于危难境地的任何人提供援助。”[23]

尽管西北航道顺利通航的实例越来越多，2013 年有三艘载客游轮进入西北航道的消息仍然引起人们的担忧，害怕一旦发生大规模的灾难，救援部队会来不及反应。有些人认为救援部队离得太远，人数太少，无法迅速提供救援。[24] 加拿大搜索与救援资产的部署凸显了这个潜在的困境：加拿大唯一的救援协调中心位于安大略省特伦顿，其管辖范围涵盖加拿大北极区域的一大部分，但是从特伦顿到加拿大努纳维特地区阿勒特兵站的距离很远，甚至超过它到南美洲北部海岸线的距离。[25]

从温尼伯乘坐加拿大 C-130H 飞机到位于西北航道中心的刚毅湾，飞行时间超过五个小时；从科莫克斯乘坐直升机到刚毅湾，飞行时间超过 11 个小时。[26] 尽管加拿大军队有一架 CC-177 飞机（相当于美国空军的 C-17 飞机）成功地演示了利用阿勒特兵站的 5,500 英尺碎石跑道起飞和着陆，但是它不是加拿大的主要搜索与救援飞机，而且并非总是能够用于此类任务。[27] 目前的飞机基地部署概念支持者指出，大多数救援任务在加拿大南部，不在北方极地。但是，要求加拿大的北极搜索与救援力量向北扩展的压力越来越大。加拿大在北方极地的主要海上资产是两艘破冰船，它们承担着巡逻 1,200 海里的西北航道的艰巨任务。[28] 到目前为止，它们还算运气好。2010 年，防冰加固的“老年人远征游轮”Clipper Adventurer 号在波弗特海的加冕湾搁浅，附近（两天航程）有一艘加拿大海岸警卫队的破冰船，营救了游轮上的 120 名乘客。[29] 北方极地的空中和海上交通量正在快速增长，发生不幸事件的可能性也与日俱增。鉴于加拿大的救援资产贫乏——数量少，部署地点遥远——加拿大救援人员要求美国支援的可能性也越来越大。

美国在北方极地搜索与救援活动中的作用：这是海岸警卫队的任务

根据努克协议，海岸警卫队是美国执行搜索与救援任务的“适任单位”。更重要的是，努克协议把海岸警卫队和国防部列为美国搜索与救援“机构”。该协议列出的美国救援协调中心包括位于埃尔门多夫—理查德森联合基地的埃尔门多夫航空救援协调中心以及位于阿拉斯加朱诺的联合救援协调中心。[30] 海岸警卫队在阿拉斯加设有永久性基地，但是它们全都在北极圈以南。海岸警卫队飞机的永久性基地在巴罗角以南大约 800 英里的科迪亚克，需要翻越 9,000 英尺高的布鲁克斯岭才能到达北坡地区。离巴罗角最近的主要港口在阿留申群岛，还要再往南 500 英里；今年春天，海岸警卫队宣布不打算在今后十年内建造任何岸边基础设施。[31] 海岸警卫队的 2014 财年预算遭到大幅度削减，其航空部队受到的影响最大，限制了可选用的近期航空部队应急方案。[32]

2010 年完成的研究报告《美国海岸警卫队高纬度区域任务分析要点概述》还指出应该显著扩大破冰船队规模，借以补充海岸警卫队现有的一艘中型和一艘重型破冰船，但是 2014 财年预算请求只包括 200 万美元的设计研究费，用于一个大约 10 亿美元的 10 年期项目。[33] 只建造一艘破冰船是不够的，需要三艘重型和三艘中型破冰船才能满足海岸警卫队的最低法定要求。[34] 海岸警卫队 2013 年《北极地区战略》文件将“扩大伙伴合作关系”列为其战略目标之一，但是没有具体说明这些合作伙伴是谁。[35]

对于海军的北极计划而言，2014 年也许将是北方极地行动的关键年份。海军的 2009 年《北极路线图》把所有与北极地区部队结构有关的主要决策都推迟到 2014 年《四年防务审查报告》。即使海军在该报告中提议扩展其在北极地区的作用，起码有十年或更长的时间拿不到必要的资金和设备。[36] 海军的《北极路线图》、海岸警卫队的《高纬度区域任务分析要点概述》及其新的《北极地区战略》有一个共同点：除了破冰船和海岸警卫队 / 海军建制航空资产之外，没有列出任何灾难应变备用措施，而且引人注目地没有提到空军。海军《北极路线图》在论述“现有协议”和“卫星监视与气象监测行动”时略微提到了空军，而海岸警卫队的《高纬度区域任务

分析要点概述》及《北极地区战略》则闭口不谈空军。[37]

然而，努克协议对美国有一个总体要求，规定在协议签署国求援时，美国必须提供援助。俄罗斯拥有 30 多艘破冰船、众多的北极地区人口和东山再起的北方舰队，似乎不需要外界帮助就能够执行搜寻和救援任务。但是，加拿大在西北航道的资源有限，也许需要我们援助。加拿大和格陵兰也许都会要求美国协助执行西北航道东部入口海域的搜索与救援任务。

“你要向谁求援？”

在位于埃尔门多夫—理查德森联合基地的第 11 救援协调中心的协调下，美国空军已经在阿拉斯加利用阿拉斯加空军国民警卫队第 176 联队的直升机和固定翼飞机执行搜索与救援任务。[38] 空军在阿拉斯加的所有飞机都应该参与搜索与救援任务，尤其是沿着西北航道、白令海峡入口海域以及波弗特海和楚科奇海入口海域。此外，空军拥有必要的资源和能力，能够比美国、加拿大或其他任何国家的海面船只更快地到达任何北方极地灾难发生地，并且提供指挥、控制和通信支持，直至灾难得到妥善处置。空军的北方极地搜索与救援行动应该注重三个要素：基地、飞机、伙伴合作。

基地

在北纬 60 度以北有两个空军基地，适合用作搜索与救援飞机的出发和返航基地。一个是艾尔森空军基地，位于北纬 64°39’56”；另一个是苏尔空军基地（有长达 10,000 英尺的跑道），在北极圈以北 750 英里，位于北纬 74°31’52”。艾尔森基地南面是埃尔门多夫—理查德森联合基地，那里也有一条 10,000 英尺跑道，并且是第 11 救援协调中心的所在地。在阿留申岛链外缘，是厄尔克森空军站（以前称为谢米亚空军基地），那是一个由承包商维护的备用 / 紧急着陆机场 / 加油站，也是空军的“眼镜蛇戴恩”雷达站。厄尔克森空军站拥有一条 10,000 英尺跑道和几个机库，可用作任何搜索与救援行动的最西部基地。

飞机

艾尔森空军基地和埃尔门多夫—理查德森联合基地的飞机数量和机型将极大地扩充可选用的搜索与救援应急方案。第 354 战斗机联队（F-16 飞机）和阿拉斯加空军国民警卫队第 168 空中加油机联队驻守在艾尔森空军基地。埃尔门多夫—理查德森联合基地则有空军国民警卫队第 176 联队（C-17 和 C-130 飞机，以及 HC-130 和 HH-60G 搜索与救援飞机）。该基地还有空军第 3 联队，配备 C-17 飞机、C-12 飞机、E-3 机载警报与控制系统飞机、若干战斗机以及两个空天作战中心。鉴于加拿大已经展示了 C-17 飞机能够利用加拿大北部一条 5,500 英尺碎石跑道起飞和着落，美国空军的 C-17 应该也能这么做。[39]

另一个搜索与救援资产（不在阿拉斯加州）是配备带滑橇飞机的纽约州国民警卫队第 109 空运联队，他们拥有丰富的南极洲飞行经验，并且在北极地区执行过国家科学基金会委托的若干任务。这些飞机会轮换到阿拉斯加，就像他们执行南极洲短期任务一样，从而可以充实其他资产，提供又一个可选用的搜索与救援方案。遥驾飞机也可以发挥作用。海军《北极路线图》规定这些平台用于“数据收集、监测和调研”，但是“全球鹰”执行搜索与救援任务，可以成为覆盖整个区域的持续监视资产。[40]“全球鹰”的监视范围可以延伸到北极点，并且在风力和天气允许的

情况下，可以覆盖整个西北航道及其入口海域。[41]

必须强调指出，尽管有人声称“无冰”航道已为期不远，北方极地搜索与救援不是全年无休的任务。救援活动的高峰期是三月至十月初，这在今后相当长的一段时间内还是可以预测的。国防部长办公室颁布的政策是，“搜索与救援……不是［国防部的］部队配备和组建任务”，但是国防部将在“有需要和能提供时”继续提供搜索与救援援助。根据该政策，不会创建新的搜索救援资产。[42]

跨部及伙伴合作

协调空军的搜索与救援活动，也许是最大的挑战。例如，2011 年颁布的《统一指挥计划》重新划分了北方极地的责任区域（图 3）。以前，美国太平洋司令部的责任区域是从白令海峡到北极点，西面则是沿着西伯利亚海岸线到喀拉海。2011 年重新划分之后，太平洋司令部的责任区域仍然包括俄罗斯太平洋沿海海域，但是不再往北延伸。另一方面，以前由太平洋司令部和北方司令部共同负责的白令海峡东部入口海域现在完全由北方司令部负责。太平洋司令部继续负责白令海峡最西部入口海域和俄罗斯西伯利亚附近的海域，但是其责任区域不再往北或往西延伸。阿拉斯加现在完全由北方司令部负责。

但是，空军在阿拉斯加的资产大多属于太平洋司令部的太平洋空军部队管辖。这种双重领导体制意味着北方司令部 / 阿拉斯加联合特遣队必须使用驻守阿拉斯加的太平洋空军的飞机来威慑入侵、防卫空域、应对在

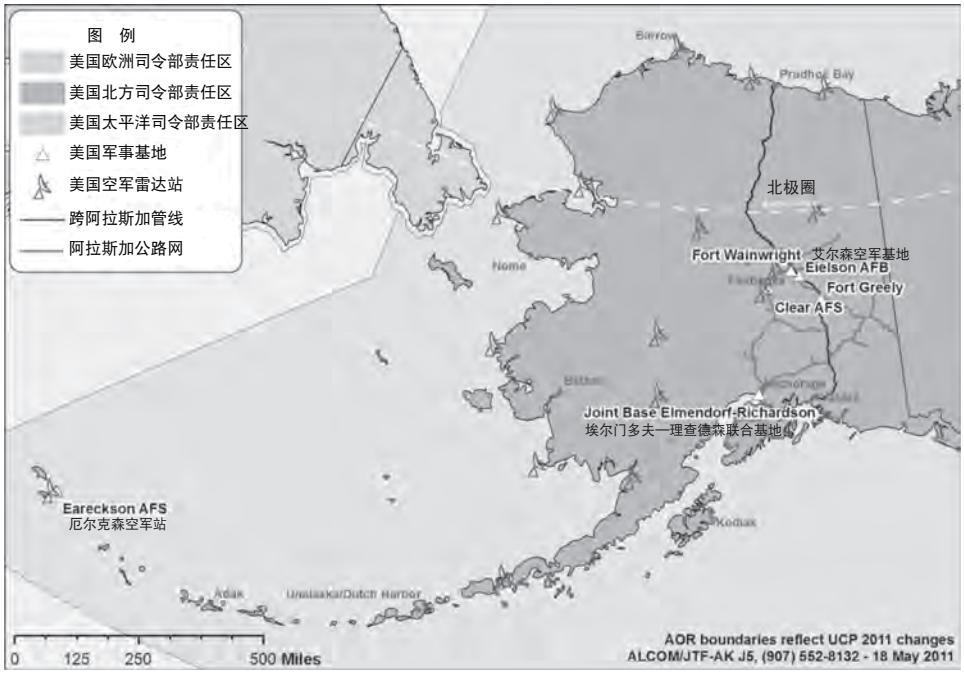


图 3：北方极地的美国作战司令部责任区域（引自 Department of Defense, Report to Congress on Arctic Operations and the Northwest Passage［就北极地区作战行动和西北航道给国会的报告］, OUSD [Policy] [Washington, DC: Department of Defense, May 2011], 21.）

阿拉斯加发生的天灾人祸，以及进行搜索与救援。与此同时，太平洋空军必须随时准备好用这些部署在阿拉斯加的资产来执行太平洋司令部的平时任务和战时训练。[43] 格陵兰和加拿大东海岸附近的西北航道东部入口海域在美国欧洲司令部的责任区域内，因此，如果这个航运繁忙的区域向国防部提出搜索与救援请求，北方司令部必须与欧洲司令部协调救援行动。[44] 此外，空军必须与海岸警卫队密切合作，以便双方都能了解对方的任务和执行搜索与救援的能力。这种协力效应对空军和海岸警卫队都有助益。同样地，加拿大军队和美国空军必须就北方极地的搜索与救援行动建立工作关系，也许可通过北美空防司令部实现。最后，空军应该就北极事务与海军战争学院里新成立的北极区域研究中心展开对话。

空军必须随时做好准备，以遵照努克协议的要求，向所有的北方极地搜索与救援行动提供援助。但是，这绝对不是说空中力量能够解脱冰封的船舶，或者在驶向诺姆的油轮前方为其破冰开路。但是，万一发生紧急事件，可以使用空军的资源（人员、设施和飞机）——正是由于这些资源随时可供使用，因而不应该忽视。

北方极地的前景

今后几十年内，国际社会对北方极地的兴趣以及人类在那里的活动和投资都会大幅增长。北方极地拥有丰富的自然资源，但是在严峻的环境中开采这些资源则需要付出巨大的代价。西北航道可通航，已是不争的事实，但是对于无警戒和无准备的航行者而言，那是一条险象迭出的航线。作为亚洲与欧洲之间的一条捷径，西北航道的经济效益将会与时俱增，但是今天在那里航行，即使不是以请求救援告终，至少也许需要帮助。白令海峡的航运日渐繁忙，将对俄罗斯和美国有关当局维持航道安全的能力提出挑战。

事实证明，北极理事会能够通过成员国的一致认同而管理北极地区，但是北极地区以外的其他国家将从其自身利益出发，考验北极理事会自我设定的权限。目前，加拿大担任理事会主席，其任期到 2015 年到期，届时将由美国接替；到那时，北极地区的人类活动量将超过过去几十年的总量。与此同时，每年夏天，上述某些活动最终以悲剧收场的可能性将会增大。

由于距离和可用资源的限制，现有的 / 预期的北美搜索与救援部队无足够的力量承担这些任务。使用所有可用的资源来实施救援，不仅是明智之举，也是必须采取的行动。因此，美国海岸警卫队和国防部也许会收到邻国的援助请求。努克协议列出了总的指导准则，要求签署国向任何提出请求的国家提供搜索与救援帮助。海岸警卫队和海军计划制订人员现在闭口不谈空军，只依赖贫乏的地面 / 水面救援资源，显然是罔视时间和距离的现实。空军拥有提供援助的能力，但是，事先没有计划和协调而贸然采取搜索与救援行动并非明智之举。现在该是把空军的力量投入搜索与救援行动，开始协调流程，准备提供援助的时候了。♣

注释:

1. Peter Apps, “Melting Arctic May Redraw Global Geopolitical Map”[北极冰层融化可能导致全球地缘政治地图重新绘制], Reuters, 3 April 2013, http://www.reuters.com/article/2012/04/03/us-arctic-resources-idUSBRE8320DR20120403. 伯特上尉

（Captain Bert）现在是位于华盛顿的美国海岸警卫队总部海洋和国际法律司负责人。

2. 美国地质调查评估，援引于 standard briefing, Directorate-General for External Policies of the Union, Directorate B, Policy Department, European Parliament, subject: The Geopolitics of Arctic Natural Resources [北极地区自然资源的地缘政治], 31 August 2010, 4, http://www.tepsa.eu/download/Valur%20Ingimundarson.pdf; 另参看 US Geological Survey, "GIS Data: Circum-Arctic Resource Appraisal (North of the Arctic Circle) Assessment Units" [地理信息系统数据：环北极资源评估（北极圈以北）评量单位], 2009, http://energy.usgs.gov/RegionalStudies/Arctic.aspx#3886226-gis-data.

3. 北极地区有七个油气储藏区域，共蕴藏着已知天然气和石油储量的大约 87%。其中两个区域横跨格陵兰，三个紧靠俄罗斯北部海岸线及其邻近海域，还有两个则沿着美国阿拉斯加和加拿大育空地区海岸线延伸。大部分未开采的天然气储藏位于俄罗斯亚洲领土，而北极阿拉斯加海盆的石油储藏估计占未探明的北极石油总储量的 40% 以上（299.6 亿桶），是世界第二大油田（美亚海盆）储量的三倍以上。面对这么庞大的资源，必须看到一个冷酷的现实：石油和天然气专家认为，北极油田即使完全开发，也无法取代中东的油气资源和生产能力。Hobart King, "Oil and Natural Gas Resources of the Arctic" [北极地区的石油和天然气资源], Geology.com, accessed 12 August 2013, http://geology.com/articles/arctic-oil-and-gas/.

4. Yue Wang, "Experts: Arctic Drilling for Security" [专家论述：北极钻探的安全因素], UPI, 16 July 2012, http://www.energy-daily.com/reports/Experts_arctic_drilling_for_security_999.html.

5. Tom Fowler, "For Shell, Wait 'til Next Year in the Arctic" [壳牌石油，且待明年在北极见分晓], Wall Street Journal, 31 October 2012, B10, http://online.wsj.com/article/SB10001424052970204789304578086770366680196.html. 挪威国家石油公司（Statoil）宣布将其作业计划至少推迟一年，法国石油巨头道达尔公司（Total）则声称环境风险太高，因而无法在北极地区继续勘探。另参看 Tom Fowler and Ben Lefebvre, "Shell Puts Off Drilling in Alaska's Arctic" [壳牌石油公司推迟在阿拉斯加北极海域的钻探作业], Wall Street Journal, 27 February 2013, B7, http://online.wsj.com/article/SB10001424127887324662404578330423854552576.html.

6. Trude Pettersen, "China Starts Commercial Use of Northern Sea Route" [中国商船开始使用北海航线], Barents Observer, 14 March 2013, http://barentsobserver.com/en/arctic/2013/03/china-starts-commercial-use-northern-sea-route-14-03.

7. 有些报刊杂志用标题凸显冰层提早融化的观点，例如："Northwest Passage Channel Appears Free of Ice" [西北航道看似无冰], Fierce Homeland Security, 16 August 2012; "Study Predicts Arctic Shipping Quickly Becoming a Reality" [研究预测北极地区船运将迅速成为现实], Calgary Globe and Mail, 4 March 2013; "Open Seas: The Arctic Is the Mediterranean of the 21st Century" [公海：北极地区是二十一世纪的地中海], ForeignPolicy.com, 29 October 2012; "White House Warned on Imminent Arctic Death Spiral" [白宫对北极地区即将发生的死亡率急剧上升趋势发出警讯], Guardian, 2 May 2013.

8. Frédéric Lasserre, "High North Shipping: Myths and Realities" [北方极地的船运：神话和现实], 收录于 Security Prospects in the High North: Geostrategic Thaw or Freeze? [北方极地的安全前景：地缘战略解冻还是冻结 ?], NDC Forum Paper 7, ed. Sven G. Holtsmark and Brooke A. Smith-Windsor (Rome: NATO Defense College, May 2009), 195, http://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=high%20north%20shipping%3A%20myths%20and%20realities&source=web&cd=1&ved=0CCoQFjAA&url=http%3A%2F%2Fmercury.ethz.ch%2Fserviceengine%2FFiles%2FISN%2F102391%2Fipublicationdocument_singledocument%2F517b6a62-3f36-40be-a577-1f3a9337124c%2Fen%2Ffp_07.pdf&ei=nZoDUvq1OcugyQGuqoCIAw&usg=AFQjCNGyNDWmyKCgLcYMfHVHUA5rk13aHw&bvm=bv.50500085,d.aWc. 加拿大坚持整个西北航道位于加拿大境内，因此船运必须遵循加拿大的航行准则，包括获得加拿大的许可。美国和其他国际社会成员则声称整个航道是国际海域。美国和加拿大之间的这项争议完全不同于历史上美国和英国之间所谓"北纬 54°40'，否则就打"的领土争议，但是它有时也会导致美加两国外交关系紧张。

9. Karl Magnus Eger, Marine Traffic in the Arctic: A Report Commissioned by the Norwegian Mapping Authority [北极地区的海上交通：挪威国土测绘局委托的研究报告], ARHC2-04C (Oslo: Analyse & Strategi AS, 15 August 2011), 7-8, http://www.iho.int/mtg_docs/rhc/ArHC/ArHC2/ARHC2-04C_Marine_Traffic_in_the_Arctic_2011.pdf.

10. Ronald O'Rourke, Changes in the Arctic: Background and Issues for Congress [北极地区的变化：呈递给国会的背景和问题概述报告], CRS Report for Congress R41153 (Washington, DC: Congressional Research Service, 24 July 2013), 58, http://www.fas.org/sgp/crs/misc/R41153.pdf. 该报告所列的 2012 年数据显示北极冰层的融化量和融化速度都在增长，从而推动了科学讨论更趋激烈（同上，第 12 页）。

11. 见注释 8，第 194 页。

12. Michael Byers, "Canada's Not Ready to Have the World in the Arctic" [加拿大尚未准备好在北极地区接纳全世界], Globe and Mail, 15 August 2012, http://www.theglobeandmail.com/commentary/canadas-not-ready-to-have-the-world-in-the-arctic/article4481519/.

13. 见注释 9，第 8 页。

14. Rob Huebert et al., Climate Change & International Security: The Arctic as a Bellwether [气候变化和国际安全：北极地区的预示作用], (Arlington, VA: Center for Climate and Energy Solutions, May 2012), http://www.c2es.org/publications/climate-change-international-arctic-security/.

15. 同上，第 11-12 页。另一个有趣的事实是，物理气候模型显示，冰块消减的速度很可能在北极地区进入无冰状态之前逐渐减缓，从而可能导致对今后冰块消减速度估计过高。

16. 见注释 8，第 192-95 页。另外有三组港口穿越西北航道或北海航线的航程大致相等。

17. 2012 年穿越西北航道的船舶中，只有两艘是商业性质的船舶，其中一艘是防冰加固油轮 Gotland Carolina 号，另一艘是防冰加固客轮 Hanseatic 号。" Alluring Northwest Passage—the Transit Tally So Far"[诱人的西北航道 — 至今通过该航道的船舶数量统计], Sail-World.com, 25 February 2013, http://www.sail-world.com/CruisingAus/index.cfm?SEID=2&Nid=106937&SRCID=0&ntid=0&tickeruid=0&tickerCID=0. 该网站显示有 24 艘船舶在 2012 年通过西北航道，但是加拿大海岸警卫队官员提供的统计数字是 30 艘船舶。

18. "U.S. Draws Map of Rich Arctic Floor ahead of Big Melt"[美国赶在冰层大融化之前绘制资源丰富的北极海床图], Wall Street Journal, 31 August 2007, http://online.wsj.com/article/SB118848493718613526.html#articleTabs%3Darticle. 有一篇 2012 年发表的文章指出，加拿大北极海域只有大约 10% 的面积绘制了"达到现代标准的"海图。参看 K. Joseph Spears and Michael K. P. Dorey, "Arctic Cruise Ships: The Pressing Need for Search and Rescue"[北极游轮：对于搜索与救援的迫切需要], Canadian Sailings, 17 October 2012, http://www.canadiansailings.ca/?p=4830$print=1; 另参看注释 12 中 Byers 文。

19. Arctic Council, "About the Arctic Council"[关于北极理事会], 7 April 2011, http://www.arctic-council.org/index.php/en/about-us/arctic-council/about-arctic-council. 丹麦还在北极理事会上代表格陵兰和法罗群岛。

20. Crocker Snow Jr., "Analysis: The Arctic Council, Lead Sled Dog of the High North"[分析：北极理事会，北方极地领头的雪橇犬], GlobalPost, 4 October 2012, http://www.globalpost.com/dispatch/news/regions/americas/121003/analysis-the-arctic-council-lead-sled-dog-the-high-north.

21. The Ilulissat Declaration [伊卢利萨特宣言], Arctic Ocean Conference, Ilulissat, Greenland, 27-29 May 2008, 2, http://www.oceanlaw.org/downloads/arctic/Ilulissat_Declaration.pdf; 另参看 the Agreement on Cooperation on Aeronautical and Maritime Search and Rescue in the Arctic [Nuuk Agreement] [北极航空和海上搜索与救援合作协议（努克协议）], 12 May 2011, preamble and art. 3, par. 3, http://www.ifrc.org/docs/idrl/N813EN.pdf. 在划分这些区域的界线时，《伊卢利萨特宣言》谨慎地避免声称这些界线以后不会被用作处理悬而未决的界线争议的先例（第 3 条第 2 段）。

22. Arctic Council, Nuuk Declaration on the Occasion of the Seventh Ministerial Meeting of the Arctic Council, 12 May 2011, Nuuk, Greenland [2011 年 5 月 12 日在格陵兰努克召开的北极理事会第七届部长级会议发表的努克宣言], http://www.arctic-council.org/index.php/en/document-archive/category/5-declarations. 请注意，2011 年努克宣言的内容包括宣布签署了关于搜索与救援活动的 2011 年努克协议。这是北极理事会的第一个国际条约。

23. 同上，第 7 条第 3(d) 段和 (e) 段。努克协议还详细列出各国的"适任单位"（附录 1）、搜索与救援机构（附录 2）以及救援协调中心（RCC）地点（附录 3）。

24. 这包括 2012 年穿越西北航道的世界最大的私人游艇（像飘浮在海上的一座公寓大楼，恰如其分地称为"世界号"）。关于对加拿大目前实施的北极地区 / 近海巡逻艇计划的严辞抨击，请参看 Michael Byers and Stewart Webb, Titanic Blunder: Arctic/Offshore Patrol Ships on Course for Disaster [像泰坦尼克号一样的致命错误：北极地区 / 近海巡逻艇的灾难航线], (Ottawa: Rideau Institute, Canadian Centre for Policy Alternatives, April 2013), http://www.policyalternatives.ca/sites/default/files/uploads/publications/National%20Office/2013/04/Titanic_Blunder.pdf.

25. "The Arctic Is a Long Way from Canada's Search and Rescue Techs"[北极地区离加拿大搜索与救援资源十分遥远], Nunatsiaq Online, 3 November 2010, http://www.nunatsiaqonline.ca/stories/article/556011_the_arctic_is_a_long_way_from_canadas_search_and_rescue_techs/. 原文指出，从安大略省特伦顿到厄瓜多尔基多的距离比到努纳维特的距离要短，但是这个距离是利用"按平面方式绘制地图"的墨卡托地图计算的。使用谷歌地图投影法则可将距离延伸为一条直线，伸到巴拿马下方，穿过委内瑞拉，进入哥伦比亚北部。

26. Michelle Zilio, "Someday 'Your Number Is Going to Come Up': Lagging Arctic SAR Risks Much; Experts"[总有一天'会轮到你'：北极搜索与救援资源缺乏的巨大风险；专家断言], iPolitics, 3 January 2013, http://www.ipolitics.ca/2013/01/03/someday-your-number-is-going-to-come-up-lagging-arctic-sar-risks-much-experts/.

27. Lt Jill Strelieff, “Canadian Forces High Arctic Operation Furthest Northern Patrol for Canadian Rangers” [加拿大军队的极北巡逻队在北极高纬度地区执行任务], (national defense and Canadian Forces news release), Marketwired, 26 April 2010, http://www.marketwire.com/press-release/canadian-forces-high-arctic-operation-furthest-northern-patrol-for-canadian-rangers-1153921.htm.

28. 这是从加拿大育空地区波弗特海的某个位置，通过帕里海峡和麦克鲁海峡，到达加拿大东海岸巴芬湾入口附近兰斯维克的距离。使用水深较浅的联盟海峡航道，航程可缩短到大约 900 海里。参看注释 24 种 Byers and Webb 文“像泰坦尼克号一样的致命错误”。根据挪威的研究结果，西北航道的长度大约是 2,400 公里。

29. “JHC Navigating Limits Sub-Committee: Recent Incidents, 29.8.2010, Cruise Ship Runs Aground in Canadian Arctic” [联合船舶保险委员会航行极限小组委员会：近期事故，2010 年 8 月 29 日，游轮在加拿大北极海域搁浅], Lloyd's Market Association, accessed 8 August 2013, http://www.lmalloyds.com/Web/Market%20Places/_nbsp__nbsp_Marine/Joint_Hull/Navigating_Limits/Web/market_places/marine/JHC_Nav_Limits/Navigating_Limits_Sub-Committee.aspx.

30. 见《努克协议》附录 1、2 和 3。朱诺联合救援协调中心（USCG D17 RCC）是一个海岸警卫队单位，其负责的搜索与救援区域涵盖阿拉斯加的狭长地带、阿留申岛链和阿拉斯加沿岸海域。阿拉斯加救援协调中心是一个空军单位，其负责区域涵盖北纬 58 度以北和西经 141 度以西的阿拉斯加本土陆地。参看 “Frequently Asked Questions” [常见问题解答], Joint Base Elmendorf-Richardson, accessed 13 August 2013, http://www.jber.af.mil/shared/media/document/AFD-120314-029.html.

31. David Perera, “Papp: Coast Guard Plans No Arctic Shoreside Infrastructure” [许可审批：海岸警卫队不打算建造北极地区岸边基础设施], Fierce Homeland Security, 22 May 2013, http://www.fiercehomelandsecurity.com/story/papp-coast-guard-plans-no-arctic-shoreside-infrastructure/2013-05-22.

32. 众议院拨款委员会在 2014 财年给海岸警卫队航空资产的拨款减少了 92.24%。总体而言，海岸警卫队的 2014 财年预算比前一年减少 13% 以上。David Perera, “2014 Budget Request: Coast Guard” [2014 年预算请求：海岸警卫队], Fierce Homeland Security, 11 April 2013, http://www.fiercehomelandsecurity.com/node/89222/print.

33. 美国还有第三艘破冰船，但是它既不属于国防部，也不属于国土安全部。国家科学基金会将在 2014 年获得自己的轻型破冰船 Sikuliaq 号，专门用于在阿拉斯加湾和白令海南部执行科学研究任务。House, Testimony of Dr. Kelly Falkner, Deputy Director, Office of Polar Programs, National Science Foundation, before the House Committee on Transportation and Infrastructure, Subcommittee on Coast Guard and Maritime Transportation [国家科学基金会极地计划处副处长福克纳博士对众议院运输与基础设施委员会海岸警卫队与海上运输小组委员会所作的证词], 112th Cong., 1st sess., 1 December 2011, http://www.nsf.gov/about/congress/112/kf_coastguardarctic_111201.jsp; 另参看 ABS Consulting, United States Coast Guard High Latitude Region Mission Analysis Capstone Summary [美国海岸警卫队高纬度区域任务分析要点概述], (Arlington, VA: ABS Consulting, July 2010), 15, http://assets.fiercemarkets.com/public/sites/govit/hlssummarycapstone.pdf; 另参看 Ronald O'Rourke, Coast Guard Polar Icebreaker Modernization: Background and Issues for Congress [海岸警卫队极地破冰船现代化：呈递给国会的背景和问题概述报告], CRS Report for Congress RL 34391 (Washington, DC: Congressional Research Service, 24 July 2013), “Summary”, http://www.fas.org/sgp/crs/weapons/RL34391.pdf.

34. 见注释 33 中 O'Rourke “极地破冰船现代化”文。海岸警卫队需要比目前的 3 + 3 模式更多的破冰船，才能在北极和南极地区保持持续活动能力。

35. US Coast Guard, United States Coast Guard Arctic Strategy [美国海岸警卫队北极地区战略] (Washington, DC: Headquarters US Coast Guard, May 2013), 31-32, https://www.hsdl.org/?view&did=736969. 该战略要求对北极地区采取“政府整体”关注方式，实施“兵力增强措施”。

36. Task Force Climate Change / Oceanographer of the Navy, U.S. Navy Arctic Roadmap [美国海军北极路线图] (Washington, DC: Department of the Navy, October 2009), 11, 14, 17, http://www.navy.mil/navydata/documents/USN_artic_roadmap.pdf. 该路线图要求评估与空军订立的现行协议，但是并未提出向空军寻求更多支援。海军的研究报告提及陆军较多，不大提到空军。

37. Task Force Climate Change / Oceanographer of the Navy, U.S. Navy Arctic Roadmap [美国海军北极路线图], 11, 23. 美国海岸警卫队的《北极地区战略》（参看注释 35）提到其搜索与救援责任以及与其他北极国家分担工作的要求，但是对未来战略只有轻描淡写的阐述。海岸警卫队可以在夏季挺进到阿拉斯加巴罗，把资产部署在那里。除了打算要求获得更多的破冰船，以支援搜索与救援行动之外，该战略闭口不谈未来计划。

38. 在国会作证时，阿拉斯加州副州长称赞第 176 联队是“美国在北冰洋搜索与救援的前沿部队”，并说“海岸警卫队的响应基地离得很远”。House, “America is Missing the Boat,” Statement for the Record, the Honorable Mead Treadwell, Lieutenant Governor, State of Alaska, before the United States House of Representatives Committee on Transportation and

Infrastructure, Subcommittee on Coast Guard and Maritime Transportation [“美国坐失良机”，证词记录，阿拉斯加州副州长米德·特雷维尔对美国众议院运输与基础设施委员会海岸警卫队与海上运输小组委员会所作的证词], 112th Cong., 1st sess., 1 December 2011, 9, http://housemajority.org/joule/pdfs/27/hjr0034_treadwell_testimony.pdf.

39. 说的客气一点，这些资产的指挥与控制较为混乱，但是指挥的统一性是另一个问题，不同于对北方极地使用空军搜索与救援资产缺乏远见。关于指挥与控制问题的全面讨论和变更建议，参看 Peter Ohotnicky, Braden Hisey, and Jessica Todd,“Improving U.S. Posture in the Arctic”[改善美国在北极地区的态势], Joint Force Quarterly, issue 67 (4th Quarter 2012): 56-62, http://www.ndu.edu/press/lib/pdf/jfq-67/JFQ-67_56-62_Ohotnicky-Hisey-Todd.pdf.

40. Task Force Climate Change / Oceanographer of the Navy, U.S. Navy Arctic Roadmap [美国海军北极路线图], 25, action item 5.11.

41.“RQ-4 Global Hawk”[RQ-4 全球鹰], fact sheet, US Air Force, 16 October 2008, http://www.af.mil/AboutUs/FactSheets/Display/tabid/224/Article/104516/rq-4-global-hawk.aspx. 该文件所列的数据假定标称航程为 2,500 海里，从艾尔森空军基地起飞。

42. Department of Defense, Report to Congress on Arctic Operations and the Northwest Passage [就北极地区作战行动和西北航道给国会的报告], OUSD (Policy) (Washington, DC: Department of Defense, May 2011), 14, http://www.defense.gov/pubs/pdfs/tab_a_arctic_report_public.pdf.

43. 第二年，北方司令部（NORTHCOM）指挥官指定阿拉斯加为“关键的重点区域”，并确认几个方面的不足之处，包括搜索与救援执行能力不足。

44. 关于格陵兰西海岸和邻近西北航道的加拿大海岸之间的商业性航运日益繁忙景象，参看 Jane Kokan,“Greenland: Canada's Arctic Neighbour”[格陵兰：加拿大的北极邻居], FrontLine Defence 9, no. 1 (January/February 2012): 23-27, http://www.frontline-canada.com/downloads/12-1_RAdmKudsk.pdf.

约翰·康威，美国空军退役上校（Col John Conway, USAF, Retired），阿拉巴马大学文学士、文科硕士，现在阿拉巴马州马克斯韦尔空军基地的空军研究所担任军事防务研究员。他曾作为情报官在空军服务 30 余年，任职于总部情报局、北美空防司令部，以及国家安全局等部门。他曾任乔治亚州罗宾斯空军基地的空军预备役司令部总部的资深情报官，并担任多个联队与中队级情报职务，包括在越南共和国嘉莱省波来古市第二直接空中支援中心执行野战任务。他的最后一个现役职务是空军预备役司令部总部缉毒支援处处长。2001 年退役之后，康威上校在乔治亚州戈登堡基地担任戈登地区安全行动中心主任的文职顾问，9/11 事件后担任罗宾斯空军基地空军后勤中心的 U2 部系统工程与技术援助合同顾问。他他经常为《空天力量杂志》撰稿。

以美国的拉美政策为背景分析中—拉关系发展

China's Growing Relationship with Latin America and the Caribbean In the Context of US Policy Toward the Region [1]

R·伊文·艾利斯博士，美国半球防务研究中心助理教授（Dr. R. Evan Ellis, Assistant professor of national security studies, the Center for Hemispheric Defense Studies）

引言

本文从美国的角度来分析中国对拉美和加勒比地区的关系发展、美国对这种关系的反应，以及这种不断变化的关系为各方带来的一些机遇和挑战。文章认为，其中一些最大的挑战可能不是来自中国拉美间的军事接触，而是来自中国公司在该地区持续扩大的实体存在和商业往来，以及由此衍生的种种副产品，比如跨太平洋犯罪活动。

中国公司在拉美和加勒比地区的活动，以及此地区华人社区的需要，将挑战中国政府就何时以及如何支持其海外侨民和公司做出困难选择。这些选择会影响到中国与该地区的关系以及中国与美国的关系。

1997 年之前，美国高层决策者可以说相对很少关注中国在拉美的活动。那年元月份，当巴拿马政府把巴拿马运河两岸港口 25 年期可续约特许经营权授予总部设在香港的和记黄埔公司的时候，它把全世界的目光都聚焦到了中国在西半球的存在，[2] 一如多年前美国政府把运河区控制权归还巴拿马引起的轰动。[3]

2004 年 11 月，胡锦涛主席在出席智利圣地亚哥亚太经合组织（APEC）领导人峰会时访问了该地区，这次访问再次引起高度关注，关注焦点是有关中国在下个 10 年内向该地区投资（或对该地区双边贸易量）1000 亿美元的讨论。[4]

在圣地亚哥 APEC 峰会之后的几年里，中国与拉美间飞速增长的商业交往吸引了美国和拉美国家政界和商界的重视，在此期间，从 2005 年到 2011 年，中—拉双边贸易从 490 亿美元增长到了 2011 年的 2,380 多亿美元。[5, 6]

而最近，随着更多中国公司在该地区出现，随着双方军事交往不断深化，以及跨太平洋组织犯罪活动增加，中国与拉美和加勒比海国家交往的特征也开始发生变化。

本文以美国对该地区的政策为背景，通过五个步骤检视中国与拉美不断发展的关系。文章首先解说美国对拉美和加勒比地区的政策和目标以及与中国在该地区活动的关联。接着，文章探讨中国公司在该地区新的实体存在、这种存在对该地区的影响，以及对这些公司本身和中国政府造成的棘手问题。然后，文章审视美国如何应对这些新动态。最后，文章分析这些动态在该地区可能形成哪些趋势及对中国的影响。

美国对拉美政策

美国政府知道，美国与拉美和加勒比地区的关联，不仅表现在地理概念上，也表现在紧密的经济和人文交流上。前国务卿希拉里·克林顿称之为“邻近的力量”。[7]

就商业而言，美国与拉美和加勒比地区的贸易及在该地区的投资水平，比它在世界

其他任何地区都高。[8] 同时，该地区向美国源源输出大批移民，意味着美国有相当多的人口在该地区都有亲属。简言之，该地区发生的事件不只直接影响到美国的经济利益，而且就个人而言也影响到美国的许多家庭。另外，地理关系意味着美国本土面临的许多最重大挑战源自该地区，这些挑战包括：毒品和有组织犯罪活动、跨越美国边境的恐怖分子威胁、地区灾难性事件可能产生的难民潮。

如果美国被认为“忽视”该地区而关注世界上其他地方的国家安全问题，这不是因为它无视这个地区的重要性，而是因为该地区最近相对来说对美国国家安全没有直接挑战，因此才使得美国能够腾出精力关注世界上距离较远的地方。[9]

美国的经济、政治和社会事务价值观反映在对拉美的政策和目标期待中，如下：[10]

- 民主、稳定、繁荣的经济伙伴；
- 保护我们所在地区打击恐怖主义和非法毒品活动的友好邻邦；
- 在世界范围协力推进共同的政治和经济价值的国家。

虽然这三个目标不是美国对拉美和加勒比地区政策的全面或详尽陈述，但每一项都包含着美国对该地区的期待的一个不同侧面；美国也以此为透镜，来观察和理解中国在该地区日渐增多的商业及其他形式的交往。

民主、稳定、繁荣的经济伙伴

使用“伙伴”一词并非偶然，而是强调美国与该地区国家在经济和其他方面的亲密关系。

“伙伴”一词也反映出本届美国政府的特殊语气。该词第一次出现在奥巴马总统 2009 年出席特立尼达西班牙港美洲峰会上的讲话里，[11] 继而再次出现于 2012 年哥伦比亚卡塔赫纳美洲峰会的发言中。[12] 通过这种语言，美国强调：它不企图把自己的意愿强加在该地区国家的头上，而是以符合它们自己选择和偏爱的方式共同努力。关于这同一地区，克里国务卿为 2013 年 9 月在首都华盛顿召开的会议准备了发言，其题目为：“伙伴关系的力量”。[13] 罗伯塔·雅各布森（Roberta Jacobson）向国会所做的证词中也醒目地引用了这个术语。[14]

同样，美国也一贯强调：该地区的政府有权与中国或它们选择的其它国家发展关系，尽管美国也许对于这些关系的性质或后果有自己的看法。

还值得注意的是，“经济伙伴”是这句英文原话中的主语，不是宾语。前面提到，家庭或相邻之间的粘结力意味着拉美和加勒比国家几乎天生是美国的重要经济伙伴。这种信念有助于解释美国的信心，即相信中国在该地区建立经济联系，对于该地区和美国的经济关系来说，更可能是互补而非相冲。[15]

尽管如此，该句子的重点和美国的目标是：它在该地区的伙伴应该是“民主、稳定、繁荣”。

“民主”一词放在首位，显示美国对民主的强调，它视民主为该地区的一项价值取向，关联到核心，即“民主”对美国来说是自己国家身份的核心价值。这一点很重要，因为它使我们理解美国在某些情况下真切的担忧，它担心中国与西半球国家的交往中也许会支持那些它认为非民主的政体，或者削弱其它国家的民主制度。

“稳定”一词反映出美国的信念，它认为急速或极端的变化，如果超出社会法律或规范架构所规定的渠道，往往产生不利于该社会和美国福利的结果。由此来看，中国公司参与的大规模项目可能引发当地社会抗议风潮或居民失去家园，成为美国担忧的一个根源，因为它可能不利于稳定，尽管原则上美国不否认该地区有权自主选择与外界签约。

最后，“繁荣”一词表明，美国真诚地希望该地区能健康发展。这个表示亲密的术语，美国谈及其它地区时并不经常用到，它也表明美国喜欢把该地区看作是自己的“邻居”。该词语还反映出美国的认识，即不太贫穷和比较公正的政体很可能会是较好的邻居和伙伴（包括贸易、政治与文化交往），它们不太可能被用作犯罪和恐怖活动的基地。对美国来说，中国与该地区的交往有助于该地区的繁荣，因此通常被看作有积极作用。[16]

帮助保护我们所在地区打击恐怖主义和非法毒品活动的友好邻邦

美国对拉美政策的第二个目标，反映出地理上的友好近邻对美国的重要性，因为友好邻邦不会助长美国面临的安全威胁，而能帮助美国保持“邻里街坊”不受威胁。

选用“友好”一词来修饰这句话里的邻居意义重大。美国极不舒服看到其边境上或近边境地区有国家积极对抗美国的利益。中国在经济上间接地支持了像委内瑞拉这种政权的生存，因此这是一个令美国担忧的问题，即使中国避免与这种政权的反美言行发生牵连。[17]

“恐怖主义”和“非法毒品”这两个术语的选用突出表明，美国决策者对该地区的关注中，一个主要的担忧是担心那些敌对的或治理不善的国家可能会成为企图渗入和伤害美国的团伙的盘踞地。[18] 该地区毒品走私与美国国内犯罪威胁之间的关联，在助理国务卿雅格布森 2013 年 5 月向美洲委员会的报告中得到强调，她说：“多年来我多次指出，我们的执法机构相信，墨西哥毒品集团在美国 250 多个城市中大肆活动……这怎么能不关我们的事呢？”[19]

虽然美国国务院一直较少谈及美国面临的来自该地区的恐怖主义威胁，但奥巴马总统于 2012 年 12 月签署了“因应伊朗在西半球影响力法案”，该法案得到共和党大力支持，获国会通过。[20]

在这个领域，伴随中—拉经济交往而增多的跨太平洋犯罪活动是一个令人担忧的问题，[21] 并且，与犯罪团伙有牵连的政府官员可能从这些经济交往中获益，因而同样令人担忧。美国还担心该地区被用于其它类型的犯罪活动，例如人口偷渡、绑架、利用该地区发动网络袭击和网络犯罪，等等。[22] 另一方面，中国资助该地区国家的执法机构，而这些国家加大对华出口能生成更多资源，投入到打击犯罪的努力中，这些都是中国在该地区活动的积极因素。

在世界范围协力推进共同的政治和经济价值的国家

对美国来说，民主和自由市场不是美国强加给世界的价值观，而是美国相信对所有国家都有好处的原则；因此，美国希望自己的伙伴与之携手支持这些原则，无论是在地区论坛，比如“美洲国家组织”，还是在范围更广的论坛，比如联合国。正如克里国务卿所言：“很简单，各地人民秉持相同价值观，共享普世价值，这些价值引起每个人心中的共鸣。它们不属于任一个国家，不属于某个

政党，不属于任何领导人，也不属于某种意识形态。”[23]

为此，像“太平洋联盟”和“跨太平洋伙伴关系”等倡议，对美国来说都是积极的发展，美国相信这些多边倡议有助于界定新兴的跨太平洋合作结构为该地区所有人造福。[24]

反过来说，中国在向那些不愿意遵守这种标准的政权提供“替代选择”中发挥的作用，则令美国担忧，因为这种作用削弱美国在整个拉美地区推动共同价值观的努力，例如民主、自由市场、透明度，等等。

中国在拉美不断扩大的存在

虽然美国有些人相信中国及其公司加强与拉美交往是抱有不良动机，[25] 但美国政府和学术界主流舆论认为，这些交往是中国受国家经济发展的必要性的驱使。这些必要性包括：获得可靠的初级产品来源、保证中国广大人口温饱、开发和保护中国商品和服务的市场、寻求获得技术和全球信息流通的渠道。[26]

尽管这些必要性本身没有被看作是恶意的，但美国分析家懂得：中国公司和中国政府的追求也许会负面影响美国在该地区的商业利益，在治理能力和经济发展等领域产生不利后果，或削弱该地区国家政府就美国努力在该地区推行价值观和标准与美国合作的兴趣。

与此同时，中国政府在支持中国公司和公民在拉美地区的活动时，必须在各种相互冲突的需要之间做好平衡。一方面，中国的发展可以说受益于一个“多极”世界秩序，而美国及其理念在这个多极世界秩序里不支配关键制度或双边关系。例如，委内瑞拉、厄瓜多尔、玻利维亚和其它国家对西方政府和金融机构的敌视，为中国公司和金融机构提供了在这些国家开展商务的重大机遇。

另一方面，美国和其它发达国家政府，继续是中国的重要市场和投资及技术来源，同时中国经济与西方金融市场有着内在联系。如此，如果美国认定“中国威胁”太大而决定把中国拒于美国市场、技术及资本的门外，即使美国和全球经济为此受损也在所不辞，那么中国的经济发展就会受到严重挫伤。因此，虽然中国政府欢迎并寻求从诸如美洲玻利瓦尔联盟（ALBA）国家所代表的“多极化”获益，它也可以说是小心翼翼，尽量不公开与这些政权的反美政治项目发生关系。

然而，每一代中国领导人都以不同方式处理发展全球关系和消除美国疑虑这两者之间的适当“平衡”。习近平主席决定利用其2013 年 6 月出访美国的机会，在美国的三个近邻（哥斯达黎加、特立尼达和多巴哥、墨西哥）会见了十个国家的领导人，对他们开展国事访问。这一决定传递了一条象征性信息，即他的政府也许不会像其前任那样在乎美国的感受。[27]

除了由扩大的中国贸易和该地区中国公司的存在引起的问题之外，这种关系有两个方面很可能引起美国以及该地区的特别关注：与新贸易关联的跨太平洋犯罪活动，以及中—拉军事交往。

跨太平洋犯罪活动

涉及中国团伙在拉美和加勒比的跨太平洋犯罪活动，很可能会受到越来越多的关注，因为该地区的安全部队很少有能力调查他们，包括寻找涉及中国公司和华人社区的证据。

这种活动也强化了对华人的不信任感，无论这种认识也许多么不公正。

迄今发现有这类犯罪活动的主要领域包括：人口偷渡、毒品及毒品原料、货物走私、洗钱、军火走私，等等。[28]

人口偷渡在中—拉关系中可能对中国政府带来重大挑战。虽然该地区的大部分华人都是遵纪守法的公民，但是来自中国的偷渡者常常匿藏于华人社区，这种现实使外界认为，整个华人社区都是这类犯罪活动的同谋。而且，加勒比海盆地中的小国中，华人社区规模得益于这种交易而明显扩大，益发加深了外界的看法，认为华人社区总体来说对更广大的社会是一种“威胁”。

来自中国的人口偷渡活动将该地区作为中转点，也驱使组织偷渡的的华人蛇头帮派（比如“红龙”）和那些把持着拉美地区偷渡路线的犯罪集团（比如“洛斯哲塔斯”）建立勾结。[29] 偷渡路线的落脚点经常包括太平洋沿岸港口，例如墨西哥的瓦亚塔港和曼萨尼略港、靠近墨西哥城的克耶肯，以及边境城镇，例如墨西哥与危地马拉交界的塔帕丘拉镇等。[30]

在毒品领域，中国既是输出方又是输入方。一方面，人们相信中国（还有印度）的公司向墨西哥和中美洲具备实验室制造能力的犯罪组织出售毒品原料，例如麻黄碱和类麻黄碱；[31] 另一方面，可卡因从安第斯地区的来源区国家偷运到香港、澳门等城市，再进入中国。据信锡那罗亚贩毒集团正企图打入亚洲市场。[32] 从智利运往亚洲的可卡因曾在途中被截获，[33] 并有报道说墨西哥贩毒集团和亚洲海洛因贩运集团之间有来往。[34]

至于进入拉美和加勒比地区的中国走私货，大多数走私贩子好像都是当地的商人，而不是来自中国，但也发现个别案例，例如“飞龙帮”和“大圈帮”成员曾把违禁品走私到三国交界地带。[35] 一般而言，由于中国商品和拉美及加勒比地区犯罪活动之间有牵连，所以导致了人们对该地区所有中国商品和商人的负面看法；受此株连，也损坏了中国政府在该地区建立积极形象的努力。

中国拉美军事交往

对美国分析家而言，在评估中国政府扩大与该地区关系的意图时，中—拉军事交往一直是令其深感兴趣的话题。[36] 中国与该地区的军事关系通常被分为三类：军售、军事训练和官方互动、中国军队在该地区的实体存在。[37]

中国对该地区的军售已经从出口低价物品过渡到销售高级军用车辆和系统，做法上通常是首先利用政治相投的政府（例如委内瑞拉），然后扩散到盟国，例如玻利维亚、厄瓜多尔，最近还有阿根廷。例如：中国先售给委内瑞拉 16 架 K-8 教练战斗机，[38] 然后向玻利维亚卖出 6 架；[39] 又例如中国先向委内瑞拉出售 JYL-1 防空雷达，[40] 接着便向厄瓜多尔出售。[41] 玻利维亚和厄瓜多尔两个国家还和中国有单独的项目往来，包括厄瓜多尔租用中国 MA-60 运输机，[42] 玻利维亚武装部队购买中国 H-425 直升机，等等。[43]

委内瑞拉仍然是中国军用物品进入该地区的主要入口点，除前面提到的 K-8 教练机之外，还有 Y-8 和 Y-12 飞机，[44, 45] 加上已宣布购买的两栖突击车和 Z-9C 反潜直升机，等等。[46, 47] 不过，这些销售业绩固然有助于中国武器公司在拉美地区演示其产品并积累经验，但中国对委内瑞拉的武器销售终究远远

不及俄罗斯装备，自 2005 年以来，俄罗斯对拉美军售已经超过了 110 亿美元。[48]

中国面向拉美的军售也遭受了许多重大挫折，其中有 K-8 战斗机在委内瑞拉巴基西梅托军用机场附近坠毁，[49] 运输机合同被取消，[50] 之后与厄瓜多尔政府的雷达采购合同也被取消，[51] 秘鲁政府计划采购 MBT-2000 坦克的合同被取消 ，[52] 阿根廷政府仅买了 4 辆 WMZ-551 人员输送装甲车之后就终止了合同，[53] 中方对秘鲁防空系统项目竞标失败，等等。[54]

另一方面，中国武器公司似乎也取得进展，同时也在适应当地的条件及交易敏感性，是以推动武器项目的发展。例如，中国公司宣布了与阿根廷合作生产中国 X-11 直升机 [55] 和 FC-1 战斗机的计划，[56] 这两项交易都是通过与阿根廷业界建立伙伴关系，包括一部分生产在阿根廷本土进行。

中—拉武器关系的另一个重要部分，涉及到捐赠卡车和巴士等军民两用型车辆，作为见面礼向拉美军方展现善意并打通关系。中国解放军从 2006 年之前开始就向玻利维亚军队增送卡车和巴士等常见礼物，后来进一步向厄瓜多尔军队赠送。[57] 其它重要礼物包括：2006 年向秘鲁赠送一套野战医院设备；最近在 2013 年 9 月向安提瓜和巴布达军方赠送 14 辆训练用卡车；[58] 2013 年 8 月宣布向苏里南国防军赠送 10 辆卡车和巴士。较小规模的赠送也起到了敲开大门和保持关系的类似作用，这类礼物包括：在牙买加国防军为应对 2010 年 5 月蒂沃利花园暴力事件而经历困难之后不久，向其赠送非杀伤性军用物资；[59] 向哥伦比亚和圭亚那国防军赠送礼物，等等。[60, 61]

除武器之外，中国军队也通过访问、训练、专业军事教育等与拉美及加勒比地区国家强化军事关系。除国家领导和机构互访之外，中国国防大学位于昌平的防务学院接受了来自拉美及加勒比地区与中国保持外交关系的每个国家的军官学员，为他们开设战略级课程。[62] 中国军方在南京和石家庄的海军及陆军院校也为拉美军事学员开课。[63] 此外，一部分涉及中国飞机及其它装备销售的战术训练也在中国进行，[64] 中国也已经开始为哥斯达黎加国家警察进行缉毒训练。[65]

这种专业军事教育与训练活动对于中国可以说与军售一样重要，因为它们使解放军能与拉美武装部队的现任及未来领导人发展个人关系，并帮助他们理解拉美军队如何在国家社会中行使关键职能。

最后，中国也在拉美地区有少量定期的军事存在，其中包括：作为联合国维和部队从 2004 年到 2012 年 9 月驻扎海地，[66] 2010 年 11 月与秘鲁一起进行“和平天使—2010”人道救援联合演习，以及 2011 年“和平方舟”号医院船在加勒比海域活动，等等。[67]

中国公司在拉美面临的挑战

中国和拉美国家之间的组织犯罪牵连和军事关系的发展将继续引起美国的关注，不过，中国在拉美最严重的挑战很可能来自该国公司在拉美土地上日渐扩大的实体存在。

中国公司在拉美地区不断加大的实体存在，反映出这些公司的发展和中国经济扩大的需求，落脚生根所必须的工作设施、金融来往等基础条件也逐步成熟。中国公司在不同的领域活动，初级产品工业有石油、采矿、农业、建筑、制造业和零售业，特别服务领

域有电信、物流、银行，等等，每个领域都有特定的变数和挑战。[68]

中国公司及其人员在当地落脚之后，就要服从当地的法规、政府的决定，以及运作环境中的其他要求；同时也会对当地产生影响，引发反应。另一方面，中国公司面对各种挑战时，有时需要向本国政府寻求帮助。

从过去的情况来看，这些挑战可能涉及到企业并购获准、工程竞标、项目立项、与当地劳工 / 分包商 / 社区 / 环境团体 / 政府的关系、中国公司驻地和人员的安全，等等。

迄今为止，中国政府对本国公司和人员在当地运作中面对的问题，公开表现相对克制；不过有些做法，如 2010 年停止从阿根廷进口豆油则表明：[69] 在某些情况下，中国也许会使用其影响力来增进或保护本国公司和海外公民的利益，而在处理方式上非常不同于西方做法。

中国的软实力

在与拉美和加勒比国家建立关系并支持本国公司公民开展活动方面，中国的软实力之大，超出外界普遍的认识，且出自各种来源。[70]

和美国不同，中国从该地区得益，主要不是通过当地的华语社区、接受过中国高等教育的群体，或者对中华文化特别亲和的群体（尽管中国在这方面正取得进展）。

有助于中国政府和中国公司在拉美和加勒比国家发展的最大推动力，是该地区一些公民希望和中国交往并获益，即使这些希望和期待并不完全准确。例如有些人希望进入巨大且蓬勃发展的中国市场，不仅出口初级产品，也希望出口消费品。有些人希望得到中国贷款和投资。该地区的一些国家如美洲玻利瓦尔联盟成员国，还希望通过中国因素来制衡美国和其他西方国家，从而能奉行本国政策而不至受西方投资者、银行或政府的限制。[71] 甚至玻利瓦尔联盟之外的其它拉美国家也承认，中国在全球经济和政治方面起着越来越大的作用，对它们而言，了解中国并与其维持良好关系的重要性越来越大。[72]

最后，如以下部分将要讨论的，中国公司在该地区从事越来越多的经营，作为雇主，作为向当地政府提供财政收入的企业，作为社区的参与者，都在发挥影响力，当然同时也成倍增加了冲突的风险。[73]

中国在拉美和加勒比地区的软实力也面临重大掣肘，包括语言文化的差异，以及该地区总体而言对中国人的普遍不信任感。从拉美的角度看，中国人员（同样是因为语言障碍和文化差异）不与当地社区交往或者不积极参与社区活动，这种看法更强化了对中国人的不信任感。

中国还需面对何时以及如何运用这种影响的窘境，毕竟中国长期信奉不干涉它国事务的原则。[74]

美国目前政策和对中—拉交往的反应

面对中国政府和中国公司加强与拉美及加勒比地区的交往，美国从一开始就强调，该地区有权选择和任何国家建立关系，同时也强调希望避免看到在当今互联的世界秩序中，中国为国家发展需要而开展的追求恶化成地缘政治冲突。[75] 从这个角度看，美国无论共和党或民主党，以及国务院和国防部等，对中国政府、中国公司和中国其他参与者在拉美的活动，政策都相对连贯。

一方面，美国承认拉美国家有权自主选择与别国发展关系。然而同时，美国一再表现出担忧，忧虑其中一些活动缺乏透明，[76] 以及这些交往可能对美国及其他国家鼓励该地区建立良好治理及治理规范的努力构成间接的影响。

在军事领域，当时的国防部助理部长帮办弗兰克·莫拉（Frank Mora）承认，拉美军队有权自由与别国交往，他指出：中国军售和训练所提供的能力能够帮助该地区建立效能。然而，他对这种关系的透明度不足表示担忧。[77] 他的前任罗赫里奥·帕尔杜 - 毛勒（Rogelio Pardo-Maurer）2005 年 4 月向国会作证说："没有证据表明中国在西半球的军事活动（包括军售）对美国造成直接的常规威胁。"然而他补充道："这并不是说不存在担忧。"[78]

回头再来看本文第一部分对美国政策目的的分析，我们可以推断出美国在应对中国在拉美活动时可能遵循的几项原则，尽管这些原则纯粹代表笔者的个人分析：

- 总体而言，美国可能欢迎中国对该地区开展的、有助于该地区发展及繁荣的商务交往，只要这些活动以透明的方式进行，并且其竞标和开发市场的操作符合公平的市场导向做法。
- 美国愿意看到中国对该地区的援助、贸易、贷款、投资和其他活动，只要这些活动以透明方式进行，不企图削弱该地区国家与美国及西方公司的关系，并且有助于：
  - 提高民主政府体制的能力；
  - 各国家政府或地区对抗或抵制恐怖主义；
  - 各国家政府或地区打击犯罪和安全破坏活动，尤其是新现的跨太平洋组织犯罪活动。
- 美国也许会特别担忧中国政府、中国公司或中国其他参与者在该地区的活动，如果这些活动：
  - 表现出利用其政治或经济关系来策划或进行损害美国或其利益的行为，或促使或鼓励其他参与者如此做；
  - 向非民主或敌视美国的政权提供经济或其他形式的援助，尤其是如果这种往来以秘密方式进行的话；
  - 表现出削弱民主体制；
  - 表现出滋生腐败或犯罪；
  - 表现出引发社会动乱；
  - 表现出削弱政府治理能力，例如增加该地区被跨国犯罪或恐怖主义集团利用的风险。

未来的几种可能发展趋势

除一般原则外，中国在拉美和加勒比地区的地位演变及美国的政策反应，取决于多种因素的互动，因此难以预测。

在该地区的每个国家内，中国的地位将反映出三种动态过程之间的平衡：(1) 与中国加强地区实体存在相关的冲突风险是否加大；(2) 随着中国加强地区实体存在，各方如何学会适应并深化相处；(3) 中国重要性加大后，中国及其代理如何更多利用中国影响力提高东道国民众生活。在一些国家，冲突风险超前于学习的速度，从而导致项目的失败和对中国、中国公司或华人整体的负面看法。在其它情况下，中国政府和中国公司会学会如何在当地文化背景中有效地经营，并利用自

己新的影响力来战胜挑战，生成正面的结果。在不同国家和不同形势下，具体结果可能有所不同，从而形成复杂的局面：中国在有些地方取得成功并受到尊重，在其它地方则相反。

关键时刻

当前段论述的动态逐渐展开时，在一种或多种情况下，可能会出现“关键时刻”，这些关键时刻在塑造中国与东道国的关系和它在该地区的地位方面起着尤其重大的作用。对于这些事件来说，最大的影响不是来自事件本身，而是该东道国和该地区的参与者如何根据自己对所发生事件的解释来改变他们对中国的看法和该事件带来的机遇和威胁。

至少有两类这种事件涉及到中国的选择，影响着中国决定是否及如何保护其公司、公民及其他利益不受它在该地区面临的具体挑战的伤害：

第一，当地政府如果认为中国公司和公民在当地的活动缺乏公平并损害当地利益，就会实施反对行动。中国政府如果消极不应，将传递重要信息；但若动用严厉的经济或外交影响力，也可能引发后果，可能引起该地区决策者的警惕，认为中国代表一种他们必须防备的“新帝国主义”。

第二，与中国关系密切且批准中国许多项目的一些拉美国家政府如果被暴力推翻，中国可能措手不及，形势恶化之下，中国许多人员和昂贵资产可能陷入危险。中国可能认为多边解决方案过于缓慢或不能适当保护其公民和资产。尤其是，如果中国公司、工人或华人在混乱中受到攻击的话，中国将不得不做出选择，或者接受人员伤亡和财产损失，或者采取比以往更积极的干预方式来提供保护——在索马里和利比亚形势急剧恶化时，中国选择了撤离人员。

中国应对这种危机的方式也可能造成中国人所不喜欢的外界印象。当形势恶化时，中国公司也许仿效其在非洲的做法，雇用强大的私营保安队伍。如果这些保安人员行为不端，就会玷污该地区华人的形象。

除“关键时刻”之外，中国、美国和该地区国家之间的动态关系也可以通过“假设场景”来进行分析。下面五种假设不能概括所有可能性，但大致能反映出未来的发展趋势：

- 现状延续而无定数
- 逐步整合和发展伙伴关系
- 区域集团出现
- 经济危机
- 全球冲突

现状延续而无定数。中国持续以目前的速度发展，中国与该地区的贸易和中国公司在该地区的存在继续扩大。美国和欧洲的经济增长基本保持目前现状，没有重大变化。拉美和加勒比地区国家的政治或经济领域没有重大动荡。中国在该地区某些国家的地位继续加强，不断加大投资（同时扩大贷款）、工程建设和商品销售。相较而言，在该地区其他一些国家，与中国的贸易和来自中国的投资遇到越来越大的阻力，有些地方对中国、中国公司和当地华人少数族裔的负面看法，引发反对中国公司的行动和反对华人的暴力。尽管如此，这种极化趋势始终有限，没有出现极端暴力或外交关系断裂，有的关系在改善，也有的在恶化。

逐步整合和发展伙伴关系。随着目前经济条件的一些改善，中国公司在与西方打交道时变得越来越精明老练，积极扩大在拉美地区的存在，辅之以金融、信息、法规制定、物流基础设施建设,并得到当地伙伴的协助。在适应该地区运作的种种需求的同时，中国公司在经营方式上变得真正全球化，他们主要雇用当地人员参与在拉美的经营和管理，也开始参与当地社区活动。中国公司在该地区的社会主义国家和以市场为导向的国家都建立存在。

随着中—拉之间的伙伴关系越来越密切，随着中国公司实施研发与供应链全球一体化，这些公司的“华人”身份逐渐褪去，基本就像比中国先到该地区开展经营的日本和韩国公司那样。

区域“集团”出现。该地区就如何与中国及亚洲其他国家交往（不是是否交往）按意识形态的不同出现分裂。美洲玻利瓦尔联盟成员国在项目和商业流程方面采用基于国家谈判的互动模式；太平洋联盟成员国实施强调自由市场、合同、透明度及灵活性的做法；由巴西领头的第三个集团实行更加重商和保护主义的措施，这种措施允许某些合作，但在税收与法规、中国投资和工程项目批准程序等方面，双方不断出现冲突。

经济危机。中国经济发展速度放慢，美国及欧洲经济持续低迷而不断压低出口商品价格，导致中国失去进口拉美商品的热情。同时，中国为摆脱自身及发达国家经济困境带来的困难，鼓励中国公司和银行更加大胆地进军拉美和加勒比地区，视其为替代市场和资本目的地，从而引发拉美一些商业集团视中国公司为一种威胁。

拉美地区不断恶化的经济环境和为获取像美国这种出口市场的竞争，导致人们更加从零和角度看待中国公司。日渐缩小的经济机会也增加了这些国家的社会压力，其结果，尤其在加勒比地区，更多的人不满中国社区的扩大及对非华人店业的挤压，由此激起种族矛盾。

假设这种情况向更极端发展，国际金融体系的崩溃波及到中国，导致中国在拉美的重大工程项目叫停。拉美部分地区开始怀疑其原先的设想，质疑中国究竟有无可能超过美国成为世界上最大的经济体，或者中国是否不堪其内部经济矛盾而瘫痪。该地区对于中国的态度出现转向，不再像目前这么正面积极，政治领导人和商人加速转向亚洲其它地区和发展中国家，以期建立新的贸易关系并吸引投资。

全球冲突。亚洲的安全形势恶化，使中国在一场波及全球的冲突中与美国对立，包括军事行动，以及在贸易、金融、网络和其它竞技场上相互摧毁的敌对行动。拉美和世界上其它地区的联盟和商业资产变成两个大国之间争斗的工具。

结语

中国与拉美关系的未来涉及到中国、美国、拉美各国政府，以及各方私人参与者之间的复杂互动。

虽然以上讨论了一些比较消极的情况，但也有充分理由相信，如果处理得当，中—美—拉“三角”关系可以保持为积极有益。美国一向认为，承认不信任和竞争是建立信任与和谐的必要部分。

美中之间肯定存在一些不信任。而且，中美两国在拉美和加勒比地区的活动，包括各自公司和公民的活动，也许为彼此造成一些不利后果。尽管如此，两国各自在该地区追求的目标之间，目前好像没有出现根本的国家利益冲突。其实在许多领域，两国有着共同的兴趣和合作的机会。找到合作的途径不是选择，而是必须，因为敌对行为对中国、美国和世界上其他国家的后果，都实在不堪设想。♣

注释:

1. 笔者现在位于华盛顿的 William J. Perry Center for Hemispheric Defense Studies 西半球防务研究中心任助理教授。本文仅代表作者本人观点，不代表西半球研究中心的立场。
2. 按巴拿马公法第 5 篇，巴拿马于 1997 年将 25 年期特许经营权授予和记黄埔公司。参看 Constantine C. Menges, China: the gathering threat [中国：正在聚合的威胁], Nelson Current, 2005, p. 396.
3. 例如，参看 Steven Mufson, “In Panama: Ports in a Storm; GOP Critics Decry Hong Kong Firm's Role at Each End of Canal” [巴拿马港风狂雨骤，共和党对香港公司把持运河提出强烈反对], Washington Post, December 8th, 1999.
4. 例如，参看 “Foreign Minister Li Zhaoxing Comments on the Fruitful Results Of President Hu Jintao's Trip to Latin America” [李肇星外长评论胡锦涛主席拉美之行的成果], Ministry of Foreign Affairs of the People's Republic of China, November 26, 2004.
5. International Monetary Fund, Direction of Trade Statistics Yearbook [贸易统计数据年鉴], 2012, p. 924.
6. International Monetary Fund, Direction of Trade Statistics Yearbook [贸易统计数据年鉴], 2012. p. 155.
7. Charlene Porter, “Clinton Seeks to Build on Power of Proximity in Americas” [克林顿国务卿寻求建设美洲的临近力量], U.S. Department of State, http://iipdigital.usembassy.gov/st/english/article/2012/04/201204133806.html#ixzz2f9Rwrl5W,April 13, 2012.
8. 美国与西半球贸易在 2012 年为 1.46 万亿美元，占美国全球贸易额 38%。其第二大贸易区为亚洲，贸易额达 1.29 万亿美元。参看 U.S. International Trade Commission, “U.S. Trade by Georgraphic Regions” [美国贸易按地区统计], http://dataweb.usitc.gov/scripts/Regions.asp.
9. 助理国务卿 Roberta Jacobson 于 2013 年 2 月在参议院确认听证会作证，指出该地区目前态势是，可利用并藉以推动地区良性发展的“机会”远大于必须立刻应对的“威胁”。参看 Roberta S. Jacobson, “Statement Before the Subcommittee on the Western Hemisphere of the Committee on Foreign Affairs” [向外交事务委员会西半球小组委员会提供的陈述], U.S. Department of State, http://www.state.gov/p/wha/rls/rm/2013/205468.htm, February 28, 2013.
10. Bureau of Western Hemisphere Affairs, U.S. Department of State, Official mission and objectives statement [正式使命和目标陈述], http://www.state.gov/p/wha/about/.
11. “Remarks by the President at the Summit of the Americas Opening Ceremony” [美洲峰会开幕式总统发言], Port of Spain, Trinidad, http://www.whitehouse.gov/the-press-office/remarks-president-summit-americas-opening-ceremony, April 19, 2009.
12. The White House, “Remarks of President Barack Obama -- As Prepared for Delivery -- Summit of the Americas Opening Plenary” [奥巴马总统为美洲峰会开幕大会准备的发言], http://www.whitehouse.gov/the-press-office/2012/04/14/remarks-president-barack-obama-prepared-delivery-summit-americas-opening/, April 14, 2012.
13. 因为叙利亚形势突变需要应对，克里国务卿被迫取消此发言。参看 U.S. Department of State, Notice to the Press, “Canceled Due to a Scheduling Conflict: Secretary Kerry To Deliver Remarks on Latin America at the 17th Annual CAF Conference” [日程冲突，克里国务卿被迫取消原定在第 17 届 CAF 年会上所做的关于拉美形势的发言], http://www.state.gov/r/pa/prs/ps/2013/08/213670.htm, August 30, 2013.
14. 见注释 9。
15. 例如，通过全球一体化供应链，中国公司可以在墨西哥建立生产基地，然后利用北美自由贸易协定向美国输出商品。

16. 例如，参看 William J. Burns, Deputy Secretary of State, “Asia, the Americas, and U.S. Strategy for a New Century” [亚洲、美洲，以及美国的新世纪战略], Remarks at World Affairs Councils of America National Conference, Washington, DC, http://www.state.gov/s/d/2011/176667.htm, November 4, 2011.

17. “Pekín se desmarca de vínculo ideológicos con Venezuela a la llegada de Chávez” [北京欢迎委内瑞拉查韦斯总统到访，但不牵扯到其意识形态及反美言论], El Universal. Caracas, Venezuela, September 23, 2008.

18. 虽然科罗拉多州和华盛顿州对大麻合法化，本届政府在联邦层面对大麻的法定立场不变。奥巴马总统在 2012 年美洲峰会上发言说：“我知道外面沸沸扬扬，有人呼吁对大麻合法化。为了我们的公民——所有公民——的健康和安全，美国不会滑向这个方向。” 参看 The White House, “Remarks of President Barack Obama -- As Prepared for Delivery -- Summit of the Americas Opening Plenary” [奥巴马总统为美洲峰会开幕大会准备的发言], http://www.whitehouse.gov/the-press-office/2012/04/14/remarks-president-barack-obama-prepared-delivery-summit-americas-opening/, April 14, 2012.

19. Roberta S. Jacobson, “Remarks at the 43rd Annual Washington Conference on the Americas” [在第 43 届华盛顿美洲会议上的发言], U.S. Department of State, http://www.state.gov/p/wha/rls/rm/2013/209381.htm, May 8, 2013.

20. “Countering Iran in the Western Hemisphere Act Of 2012” [因应伊朗在西半球影响力法案], Public Law 112-220, http://www.gpo.gov/fdsys/pkg/PLAW-112publ220/pdf/PLAW-112publ220.pdf, December 28, 2012.

21. 关于这些活动的详细介绍，参看 R. Evan Ellis, “Chinese Organized Crime in Latin America” [中国人在拉美的组织犯罪活动], Prism, Vol. 4, No. 1, December 1, 2012 pp. 67-77.

22. 关于中国公司在拉美及加勒比地区的电信项目如何引起美国对网络空间问题的担心，参看 R. Evan Ellis, “The Strategic Dimension of Chinese Activities in the Latin American Telecommunications Sector” [中国在拉美电信领域活动的战略意义], Revista Cientifica ‘General José María Córdova, Ed. Jesús Alberto Suárez Pineda, Vol. 11, No. 11, January-June 2013, Pp. 121-140.

23. John Kerry, “Remarks on a 21st Century Pacific Partnership” [关于 21 世纪太平洋伙伴合作的发言], U.S. Department of State, http://www.state.gov/secretary/remarks/2013/04/207487.htm, April 15, 2013.

24. 美国就被太平洋联盟吸收为观察员发表官方声明，“美国乐于看到太平洋联盟整合市场及各成员国推动本国经济政策取得进步，为拉丁美洲做出了榜样。我们希望通过观察员地位表达对这些成就的支持，并推进美国与各成员国共享的价值观，包括扩大自由市场，减少不平等，开放贸易，以及欢迎国外投资。” 参看 “The United States' Participation as an Observer to the Pacific Alliance” [美国作为观察员参加太平洋联盟], U.S. Department of State, http://www.state.gov/r/pa/prs/ps/2013/07/212205.htm, July 19, 2013.

25. 例如，参看 Roger F. Noriega, “Chávez and China: Challenging U.S. Interests” [查韦斯与中国：对美国利益的挑战], AEI Online, http://www.aei.org/article/foreign-and-defense-policy/regional/asia/chvez-and-china-challenging-us-interests/, April 20, 2010; 另参看 Manuel Cereijo, “Inside Bejucal Base in Cuba: A Real Threat” [古巴 Bejucal 基地内幕：真正的威胁], The Americano, http://theamericano.com/2010/08/27/bejucal-base-cuba-real-threat/, August 27, 2010; 另参看 Nelson Chung, “US faces surprise attack with canal giveaway: Analyst” [美国面对运河易手的突然袭击], Global Security, November 17, 1999.

26. 关于这些目的的分析，参看 R. Evan Ellis, China in Latin America: The Whats and Wherefores [中国在拉美：做什么和为什么], Boulder, CO: Lynne Rienner Publishers, 2009.

27. 例如，参看 “From pivot to twirl” [从枢转到扭转], The Economist, July 8, 2013; 另参看 R. Evan Ellis, “China's New Backyard” [中国的新后院], Foreign Policy, http://www.foreignpolicy.com, June 6, 2013.

28. 见注释 21。

29. Ernesto U. Savona, “Case Studies of Organized Crime” [组织犯罪案例研究], http://people.exeter.ac.uk/watupman/undergrad/rtb/caseorg.htm.

30. 见注释 21。

31. “Capo mexicano capturado coordinaba el tráfico de drogas de Colombia y China” [哥伦比亚和中国合作抓获墨西哥毒枭], Noticias 24, http://www.noticias24.com, Mexico City, Mexico, March 12, 2012; 另参看 “Cárteles mexicanos insisten en fabricación de droga, pese a limitantes” [墨西哥毒品集团遭受打击但继续生产], La Prensa, Mexico City, Mexico, December 15, 2009; 另参看 “Solo mafias china y rusa superan al narco” [中国和俄罗斯黑社会贩毒], El Universal, Mexico City, Mexico, http://www.eluniversal.com.mx, July 28, 2010.

32. “Los hermanos González, juzgados en Malasia por "narcotráfico" [冈萨雷斯兄弟企图在马来西亚“贩毒”], La Prensa, Mexico City, Mexico, http://www.oem.com.mx/laprensa/notas/n2052932.htm, April 24, 2011; 另参看 “Arestan a 5 mexicanos en Hong Kong por tráfico de droga” [5 名墨西哥人在香港涉贩毒被捕], Milenio, Mexico City, Mexico, http://www.milenio.com, September 19, 2011.

33. 见注释 29。

34. 见注释 29。

35. Rex Hudson, “Terrorist and Organized Crime Groups in the Tri-Border Area (TBA) of South America [南美金三角恐怖分子和犯罪组织], Report, Washington, DC: Federal Research Division, Library of Congress, www.loclcov/rr/frd/pdf-files/TerrOrgCrime_TBA.pdf, 2003; 另参看 Alejandro Kenny, “China's Presence in Latin America: A View on Security from the Southern Cone” [中国在拉美的实体存在：从美洲南锥角度看安全趋势], Military Review, September-October 2006, Pp. 60-66.

36. 例如，参看 Bill Geertz, “Rising Red tide: China encircles U.S. by sailing warships in American waters, arming neighbors” [红浪翻滚：中国武装美洲国家在美洲水域航行战舰包围美国], Washington Times, Washington D.C., http://www.washingtontimes.com, June 7, 2013; 另参看 Cynthia Watson, “The Rise of Latin America : China's Use of the Military Instrument in Latin America: Not Yet the Biggest Stick” [拉美崛起：中国运用军事机制拉拢拉美，大棒尚未形成], Columbia Journal of International Affairs, Vol. 66, No. 2, Spring/Summer 2013, p. 101; 另参看 Gabriel Marcella, “China's Military Activity in Latin America” [中国在拉美军事活动], America's Quarterly, http://americasquarterly.org/Marcella, Winter 2012.

37. 关于中国在拉美军事活动的详细分析，参看 R. Evan Ellis, “China - Latin America Military Engagement” [中国拉美军事交往], Carlisle Barracks, PA: U.S. Army War College Strategic Studies Institute, http://www.strategicstudiesinstitute.army.mil/pubs/, August 2011.

38. “En agosto llegan 12 nuevos aviones K-8” [8 月份获得 12 架新 K-8], El Universal, Caracas, Venezuela, June 30, 2010.

39. “Bolivia builds defenses against 'poachers' of resources” [玻利维亚为防“偷猎资源”建立防御力量], UPI.com, August 9, 2010.

40. Maria Daniela Espanoza, “FAN utilizará radar de origen chino en ejercicio con Brasil” [FAN 使用中国产雷达], El Universal, Caracas, Venezuela, August 21, 2008.

41. “Ecuador instalará cuatro radares en la frontera con Colombia este año” [今年厄瓜多尔沿哥伦比亚边境安装 4 座雷达], El Universal, Caracas, Venezuela, August 16, 2010.

42. “Proyectos de la Fuerza Aérea Ecuatoriana [厄瓜多尔空军工程], Saorbats, accessed January 13, 2011; 另参看 “Ecuador comprará aviones de transporte militar chinos” [厄瓜多尔购买中国军用运输机], El Universo, Guayaquil, Ecuador, August 16, 2010.

43. “Cámara de Senadores sanciona Ley para adquisición de helicópteros multipropósito de China” [就购买中国多用途直升机，参议院提出制裁], Los Tiempos, Cochabamba, Bolivia, March 9, 2012.

44. “Venezuela compra a China 12 aviones de transporte” [委内瑞拉从中国购买 12 架运输机], El Universal, Caracas, Venezuela, November 29, 2010.

45. “AVIC bags big deal in Venezuela” [AVIC 从委内瑞拉获大单], People's Daily Online. July 13, 2010.

46. “China vendió vehículos blindados anfibios al ejército venezolano” [中国向委内瑞拉军队出售两栖装甲车], La Republica, Lima, Peru, July 5, 2012.

47. Oliva Kroth, “Venezuela's military empowerment under President Chávez” [委内瑞拉在查韦斯总统领导下注重强军], Pravda, September 18, 2012.

48. Stephen Blank, “Moscow Rediscovers the South American Arms Market” [莫斯科重新发现南美军火市场], Global Security News, http://global-security-news.com, May 10, 2011.

49. “Se cayó avión militar en Barquisimeto” [军机在巴基西梅托坠毁], El Universal, Caracas, Venezuela, July 21, 2010.

50. “FAE desiste de comprar aeronaves a China por un 'desacuerdo técnico'” [FAE 因技术分歧撤销购买中国飞机合同], El Universo, Guayaquil, Ecuador, July 4, 2011.

51. “Fiscalia investiga FAE por contrato de radares” [检察官调查 FAE 雷达合同], El Universo, Guayaquil, Ecuador, May 21, 2012.

52. “Gobierno suspende indefinidamente compra del tanque chino MBT-2000” [政府无限期推延购买中国 MBT-2000 坦克], La Republica, Lima, Peru, April 7, 2010.

53. Jorge Elias, “Opinión: Llegaron los VCTP WMZ-551B1 chinos” [评论：VCTP 购买中国 WMZ-551B1 运兵车], Desarrollo y Defensa, September 10, 2010.

54. Kelly Hearn, “China-Perú military ties growing stronger” [中秘军事纽带增强], The Washington Times, Washington D.C., May 27, 2012.

55. “Puricelli destaco "asociación estratégica" con china en materia de defensa” [Puricelli 谈在防务功能建设上与中国建立“战略伙伴关系”], TELAM, July 4, 2012.

56. Richard D. Fisher, Jr., “Argentine officials confirm joint-production talks over China's FC-1 fighter” [阿根廷官员证实与中国讨论合作生产 FC-1 战机], Janes, http://www.janes.com/article/23497/argentine-officials-confirm-joint-production-talks-over-china-s-fc-1-fighter, June 23, 2013.

57. “China Duplicará Colaboración Militar Copn Ecuador, Según Fuerzas Armadas Del Vecino País” [中厄军事合作贸易量将翻番], El Tiempo, Bogotá, Colombia, February 15, 2010.

58. Martina Johnson, “ABDF gets much-needed donation from China” [ABDF 从中国获得赠送以解燃眉之急], Antigua Observer, http://www.antiguaobserver.com/abdf-gets-much-needed-donation-from-china/, September 13, 2013.

59. “China sends $3.5M in military equipment to Jamaica” [中国向牙买加提供 350 万美元军事装备], Today Online, January 15, 2011.

60. “Colombia and China sign a Military Cooperation Agreement” [哥伦比亚和中国签署军事合作协议], Colombia Air Force, Official Website, June 26, 2012.

61. “GDF Officer Cadet heads to China for specialist pilot training” [圭亚那国防军官赴华接受专家飞行训练], Guyana News, August 29, 2012.

62. R. Evan Ellis, “China - Latin America Military Engagement: Good Will, Good Business, and Strategic Position” [中国拉美军事交往：善意、善做生意、意在战略地位], Air & Space Power Journal Chinese edition, Summer 2012, Pp. 74-87.

63. “Simpósio InterNaciónal no Naval Command College do Exército Popular de Libertacão de China” [中国海军指挥学院举办国际研讨会], PlanoBrazil, December 18, 2010.

64. 例如，参看 “Aviación recibe primeros seis aviones chinos de combate K-8W” [航空部门接收首批 6 架中国 K-8W 战斗机], El Universal, Caracas, Venezuela, March 13, 2010.

65. “Costa Rica pidió a China Continental entrenamiento policial” [哥斯达黎加派警察去中国内地接受培训], El Nuevo Diario, Managua, Nicaragua, November 3, 2010.

66. Jia Wen, “Remembering Chinese peacekeepers in Haiti” [回忆中国海地维和部队], Global Times, January 19, 2010.

67. 关于媒体对这次访问的报道，可参看 “Ja welcomes China medical ship” [牙买加欢迎中国医院船], Jamaica Observer, Kingston, Jamaica, October 30, 2011; 另参看 Glen Mohammed, “Patients praise visiting Chinese medical Ship” [病人赞扬中国医院船], Trinidad Express, November 10, 2011; 另参看 Irene Rodriguez, “Barco hospital chino llegó para atender población puntarenense” [中国医院船欢迎病人前来就诊], Nación, San Jose, Costa Rica, November 23, 2011.

68. R. Evan Ellis, China's New Physical Presence in Latin America: Challenges for the Chinese and Impacts on the Region [中国在拉美的新存在：对中国的挑战和对此地区的影响], Boulder, CO: Lynne Rienner Publishers.（即将出版）

69. “Cristina regresó de China sin soluciones para la venta de soja” [克里斯蒂娜访华归来未取得豆油输华解决方案], Clarín, Buenos Aires, Argentina, http://www.Clarín.com, July 17, 2010.

70. 有关中国在拉美发挥软实力的详细讨论，参看 R. Evan Ellis, “Chinese Soft Power in Latin America: A Case Study” [中国在拉美运用软实力研究], Joint Forces Quarterly, Issue 60, 1st Quarter 2011, Pp. 85-91.

71. 对委内瑞拉前总统查韦斯和玻利维亚总统莫拉莱斯等领导人而言，中国还具有政治意义，这种政治关联可追溯到毛泽东时代，无论对这种关联的分析是否得当。查韦斯访华期间说，南美革命英雄玻利瓦和中国革命领袖毛泽东

可以成为“伟大的朋友”。参看 Alberto Alemán Aguirre, “Relaciones que saben a petróleo” [石油关系的滋味], El Nuevo Diario, Managua, Nicaragua, August 15, 2012. 同样，莫拉莱斯于 2009 年 1 月访华期间也称自己为“毛泽东的忠诚信徒”。参看 Mireya Tabuas and Maria Alesia Sosa, "No es un cuento chino" [并不高大的故事], El Naciónal, Caracas, Venezuela, http://el-Naciónal.com, April 15, 2012.

72. 例如，哥斯达黎加前总统阿里亚斯调整了其国家外交立场，部分原因是他认为中国的重要性在增大，因此必须与之发展关系，这对提升哥斯达黎加在国际社会的地位至关重要。参看 R. Evan Ellis, China in Latin America: the Whats and Wherefores [中国在拉美：做什么和为什么], Boulder, CO: Lynne Rienner Publishers, 2009.

73. 有关这种现象的更详细讨论，参看 R. Evan Ellis, “China, S.A. as a Local Company in Latin America” [中国在拉美作为本地公司运营], Regional Insights William J. Perry Center for Hemispheric Defense Studies, No. 1, 2013; 另参看 R. Evan Ellis, “Learning the Ropes” [学习窍门], America's Quarterly, Vol. 6, No. 4, Fall 2012, Pp. 28-33; 另参看 R. Evan Ellis, “The Expanding Chinese Footprint in Latin America: New Challenges for China, and Dilemmas for the US” [扩大中国在拉美存在：中国的新挑战，美国的两难困境], French Institute of International Relations (IFRI), No. 49, http://www.ifri.org/?page=contribution-detail&id=7014&id_provenance=88&provenance_context_id=2&lang=uk, February 2012.

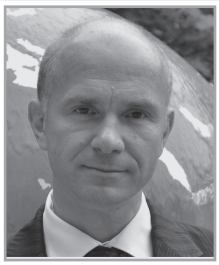
74. 关于中—拉关系此原则的权威解读，参看 “China's Policy Paper on Latin America and the Caribbean (full text)” [关于拉丁美洲和加勒比地区的中国政策文件全文], Government of the People's Republic of China, November 2008.

75. 例如，参看负责西半球及委内瑞拉事务的前助理国务卿的讲话，见 Zhang Ting, “China 'not a threat' in Latin America” [中国在拉美存在不是“威胁”], China Daily, August 19, 2011.

76. William J. Burns, Deputy Secretary of State, “Asia, the Americas, and U.S. Strategy for a New Century” [亚洲、美洲，以及美国的新世纪战略], Remarks at World Affairs Councils of America National Conference. Washington, DC, http://www.state.gov/s/d/2011/176667.htm, November 4, 2011.

77. Frank. O. Mora, “Strategic Implications of China's Evolving Relationship with Latin America” [中—拉关系发展的战略意涵], Presentation to the conference, Fort Lesley J. McNair, Washington D.C., November 6, 2009.

78. Rogelio Pardo-Maurer, Testimony to the House International Relations Committee, Subcommittee on the Western Hemisphere, Hearing on “China's Influence in the Western Hemisphere” [在众议院国际关系委员会西半球小组委员会上作证：中国在西半球的影响], Serial. No. 109-63, April 6, 2005.



伊文·艾利斯博士（Dr. 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、俄罗斯及伊朗等的关系。他现任 William J. Perry 半球防务研究中心副教授，及华盛顿特区战略与国际研究中心非常驻资深研究员。艾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。艾利斯博士持有政治学博士学位，专修比较政治学。

中美盟军空袭日台新竹基地七十周年回顾

1943 Hsinchu Raid by Chinese-American Composite Wing

王宇平博士，美国阿拉巴马州历史档案部主管（Dr. Richard Y. Wang, Program Manager, Alabama Department of Archives and History）

1943 年新竹空袭，由于种种原因，在海峡两岸的抗日战争研究史上着墨不多，却是二战期间中美空军并肩作战在太平洋战场重创日军的一个极辉煌战例。2013 年 11 月 23 日在台北举行的新竹空袭七十周年纪念会，及延续到 2014 年 3 月 31 日的中美混合团成立 70 周年纪念特展，使民众有机会加深了解这场对日完胜空袭战的深远意义。

1937 年日军制造芦沟桥事变而引发中日全面战争。八年对日抗战初期，中国空军处于劣势，作战飞机数量远远不够，而且来源繁杂，很难在空战中协调作战。与此同时，日本不断投入新式战机，全面掌控了制空权，凸显出中国空中作战资源的落后和匮乏，形势愈加艰困。所幸中国的抗日战争得到美苏等国的支持。美国国会于 1941 年通过了“租借法案”，各种军援物资得以陆续进入中国，时任中国航委会顾问的美国退休空军上校陈纳德建议以志愿队的方式召募飞行员来华助战，这就是著名的“美国志愿大队”或“飞虎队”的开始 。[1] 飞虎队自 1941 年 8 月成立，由百名美国退职飞行员组成，他们在缅甸经过短暂训练后，便驾驶新近自美购进的 P-40 战机迎战日本侵略者。在将近一年的时间里，飞虎队屡创辉煌战绩，共击落或击伤 370 多架日机，挽救中国军民生命财产无数。日本于 1941 年 12 月 7 日偷袭珍珠港之后，美国立刻宣战，正式成为中国的同盟，一起对日抗战。美国志愿大队遂于 1942 年 7 月在完成阶段性任务后被解编，美国指派其第十航空军来华负责中印缅战区的空战，并在其旗下成立“驻华航空特遣队”，仍由陈纳德担任指挥官。此后，美国空军部队正式驻华参战。为了进一步在中国投入更大的空军助战力量，美国于 1943 年 3 月于昆明成立第十四航空军，继续由陈纳德指挥，旗下包括战斗、轰炸、侦察等作战单位，作战范围几乎涵盖了大半个中国。由于中国自 1941 年开始选送空军人员赴美接受训练，至 1943 年已有完训人员返国参加战事。可是中国当时飞机数量少，物资缺，但人力充裕；而美军正好相反。所以陈纳德于当年 5 月参加华盛顿一项会议时，提出了以中国和美国空军组成伙伴作战单位的构想，这个建议获通过后，中美混合联队（Chinese-American Composite Wing or CACW）于是诞生成形。[2]

中美混合联队于当年 10 月正式在印度（现巴基斯坦）的马里尔（Malir）成立，隶属

第十四航空军指挥体系，由美方人员担任司令，副司令则由中方指派。联队部下辖三个作战大队，由中美双方共同提供空地勤人员加入，其中第一大队为轰炸机大队，下辖第一、二、三、四共四个中队，第三和第五大队均为战斗机大队，每个大队拥有四个中队，每个中队配备 16 架战机，每个大队则有 64 架，各单位的成员由中美双方混合担任，出任务时也由双方平均派遣为原则。例如两机任务时，中美各提供一架出勤，如此两者互补长短，互相效力，互蒙其利。[3] 中美混合联队的主要任务为夺取并保持盟军在中国战区的空中优势，从而为地面部队提供对日作战胜利的契机。整体而言，中美混合联队所参与的各次战役和战斗，兼具战略和战术上的考量和意义。

为了从日本手中夺回制空权，陈纳德将军认为日本在台湾岛上的各处空军基地是首要目标之一，原因是日本从南洋运往日本的各项物资必须经过台湾海峡，所以日本在台湾岛上驻扎了大量的陆空部队，以保障这条海上生命线的安全。同时日本战机经常从台湾起飞支援太平洋战事，对盟军一直是重大威胁。因此，在中美混合联队成立后不久，中美双方开始策划对台湾的日军空军基地实施空袭。当时选定的目标区有三个：高雄港、台南空军基地，以及新竹空军基地。其中高雄港为日本在台军事的主要补给港，但寿山附近的防空炮火密集，台南基地则有大量的日本零式战机驻防，轰炸恐会导致己方重大损失。相较而言，新竹基地的防空炮火和制空战力均较薄弱，遂被锁定为攻击目标。

新竹是日本在台湾的重要基地，1937 年 8 月偷袭中国空军的木更津航空队的轰炸机即来自该基地。此时的新竹基地还驻有日本陆军第九师团、新竹海军航空队，以及燃料场等设施。美军的侦照显示了新竹基地驻有 88 架左右的日本 96 式轰炸机。又鉴于新竹为从台湾距离大陆最近的基地，未来对中美在大陆的军事设施威胁严重。

空袭新竹的前进基地选在江西省的逐川机场，1943 年 8 月才完工的这个机场开始为这次行动储存燃料和弹药。跨海之役的总指挥为陈纳德，参加空袭的中美空军单位则选择了第十四航空军的第二十三大队第七十六中队的 8 架 P-51A“野马”战斗机、第四四九中队的 8 架 P-38“闪电”战斗机、第十一轰炸中队的 8 架 B-25D“米契尔”中型轰炸机，以及中美混合联队第一大队第二中队的 6 架 B-25 轰炸机。第十四航空军的第二十三大队队长希尔上校（David“Tex”Hill）担任领队，中美混合联队第一大队副大队长李学炎任副领队，中国方面的参战空勤组员有二十多人。

由于天候因素，跨海空袭行动一延再延，直到 11 月 25 日才展开。是日正好是美国的感恩节，许多美方组员在前一天就享用了感恩节大餐，以壮行色，准备在感恩节突袭中一去不归。当天上午全部 30 架战机依序升空后，其中一架 P-51A 因为故障而折返，因此只有 29 架扑向台湾执行奔袭。为了掩人耳目，中美混合联队第三大队的一批 P-40 战机还于任务开始前到台湾以北部佯攻欺敌。

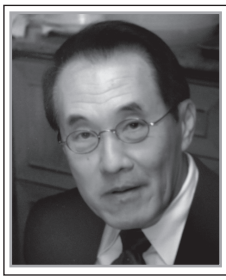
整个机群先以低空几乎贴近海面方式越过台湾海峡，以避开日本雷达的侦侧。当机队突然出现在台湾新竹基地上空时，日本驻军措手不及，几乎无法反应。攻击开始前，盟军飞机在天空中发现了多架正在进行飞行训练的日本飞机，一场空战下来，空中威胁顺利解除。接着便直接进行地面攻击，首先由八架 P-38 向地面扫射，为轰炸行动开路，

接着 14 架 B-25 轰炸机进场投弹，一时火光闪闪，几乎整个基地都被淹没在爆炸声中，除了少数地面防空反击外，其余如入无人之境，最后由 P-51A 殿后，俯冲攻击以掩护 P-38 撤离战场。整个突袭只持续了几分钟，速战速决，干净利落。攻击行动中，精准的投弹均集中于基地，新竹市区和周边均未受到波及。中美盟军的突击队伍，除了几架飞机身上有日军地面炮火的弹痕外，所有飞机和中美空军健儿均全身而退，没有人员牺牲或飞机损毁。而日方则有 42 架飞机在空中或地面被击毁，另有一些被击伤，日军人员亦有重大伤亡。是役，战果为 0:42。[4] 更重要的是，这场奇袭重创了日本控制下的新竹基地，其新竹海军航空队也从此被裁撤走入历史，此外，为了防止中美空军再次对台湾的攻击，日本还自伪满洲国调来其他飞机保护台湾。

回顾七十年前中美空军携手空袭日台新竹基地的这段历史，可以得出几点结论。首先，这不但是二战期间中美两国首度联合攻击日本在台湾的基地，造成了日本空军损失最惨重的一役，而且是自 1942 年杜立德突袭东京以来，日本所谓的“绝对国防圈”首次遭到了攻击，成为日后盟军轰炸日本在台军事设施一系列行动的先声。[5] 其次，盟军争夺中印缅战区制空权的努力经此一役备受鼓舞，也刺激日本不得不抽调重大力量争夺中国东部（豫湘桂会战），包括中美空军在此地区的几处前进基地。最重要的是，正当中美空袭日本在台新竹基地的同一期间（11 月 23-27 日），远在八千多公里外的埃及首都开罗，中美英三国领袖正在举行会议，为战后形势作了重要规划和决定，其中特别决定日本在战后必须将包括台湾在内的窃占领土归属还中国。新竹空袭和开罗会议，开启了从军事和外交两个战场解决台湾未来前途的序幕。♣

注释:

1. “飞虎队”原指仅仅存在一年（1942-1943）的美国志愿大队，但在后来的几次改编行动中，包括陈纳德在内的许多原飞虎队人马均继续留下加入新的作战单位协助中国抗战，尤其是“飞虎”的勇敢善战的团队精神和队风，继续传承光大。时至今日，“飞虎队”已成为泛指二战期间来华助战的所有美国空军作战单位。
2. 陈纳德系于 1943 年 5 月在第三次华盛顿会议（Trident Conference）中向美英两国领袖提出这种“中美混合团”的构想，“中美混合团”这个中文译名一直沿用到 2007 年才在一次在台湾举行的“二战空军退役人员协会”会议中被更改为“中美混合联队”。
3. 李学炎，蓝天飞虎、九十回忆，Pequod, Princeton, NJ, pp80-81.
4. 新竹空袭的战果，官方和坊间的统计版本很多，也略有出入。本文是根据 2013 年台湾在纪念新竹空袭七十周年活动中所公布的数据。
5. “绝对国防圈”是二次大战后期，处于守势的日本为了本土防卫及继续战争需要而设定绝对必须确保的重要地域，其中包括台湾。



王宇平博士（Dr. Richard Y. Wang），美国威斯康辛大学 Oshkosh 分校硕士，密西西比州立大学史学博士，专攻中美近代外交史，自 1989 年开始在位于阿拉巴马州首府蒙哥马利市的阿州历史档案部（Alabama Department of Archives and History）任职，主管该部州政府机关档案部门事务，同时还担任过奥本大学蒙市分校（Auburn University-Montgomery）兼任历史教授，多年来专注于对美国“飞虎队”的历史研究，2013 年 11 月应邀赴台湾参加有关二战期间中美盟军突袭轰炸日本驻新竹航空基地七十周年的庆祝活动。

本 期 词 汇

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

- ACD (Air Force Cyberspace Defense) = 空军网空防御武器系统
- AFINC (Air Force Intranet Control) = 空军内联网控制武器系统
- backward compatibility = 向后兼容（新一代卫星与前辈系统兼容）
- BMC3 (Battle Management Command, Control, and Communications infrastructure) = 作战管理、指挥、控制、通信一体化结构
- bodyguard satellites = 保镖卫星
- C3MS (Cyber Command and Control Mission System) = 网空指挥控制任务武器系统
- CDA (Cyberspace Defense Analysis) = 网空防御分析武器系统
- characterization and identification of threats = 辨识威胁
- closing velocity = 互相接近速度
- commercial hosting of payloads = 商业卫星纳宿（军用）载荷
- counterspace capabilities = 制太空能力，反太空能力（指反卫星武器等）
- CSCS (Air Force Cyber Security and Control System) = 空军网空安全和控制武器系统
- CVA/Hunter (Cyberspace Vulnerability Assessment / Hunter) = 网空安全漏洞评估 / 寻猎武器系统
- cyberspace forensics = 网空取证分析
- DAGR (defense advanced GPS receivers) = 国防先进 GPS 接收器
- disaggregated architecture =（载荷）散宿组合结构
- full motion video = 全动态视频
- Global Access, Persistence, and Awareness for the 21st Century = 全球进入，全球持守，全球感知，贯穿 21 世纪（美国空军太空司令部愿景）
- host space vehicles = 容宿卫星
- hosted payloads = 寄宿载荷，散宿载荷
- JSpOC (Joint space operations center) = 联合太空作战中心
- M code (Military code) =（GPS 新一代）军码，M 码
- payload disaggregation = 载荷散宿（把任务载荷分散寄宿到不同的卫星中，反之可称为“载荷集宿”）
- PLGR (precision lightweight GPS receivers) = 精密轻质 GPS 接收器
- PNT (positioning, navigation, and timing) = 定位、导航、报时（GPS 三大功能）
- replacement satellites = 替补卫星，补网卫星，储备卫星
- revisit rates of objects = 目标重复探视率（卫星监视目标用语）
- RPA signature library = 无人机特征印记数据库（用于雷达识别）
- SA (Selective Availability) = 特供（美国防部故意加大 GPS 误差的一种做法，以防外敌利用 GPS 定位及报时功能提高武器精确度，而获授权用户可通过解密钥匙来消除此误差。美国政府于 2000 年责成军方关闭 SA 功能。）
- Selective Availability / Anti-Spoof Module = 特供 / 抗扰骗模块
- sensor dazzlers = 传感器眩盲器（一种定向能暂时致盲太空武器）
- Space Superiority Systems Directorate = 太空优势系统局
- SSA (space situation awareness) = 太空态势感知
- unencrypted coarse/acquisition (C/A) code =（GPS）未加密粗控码，C/A 码