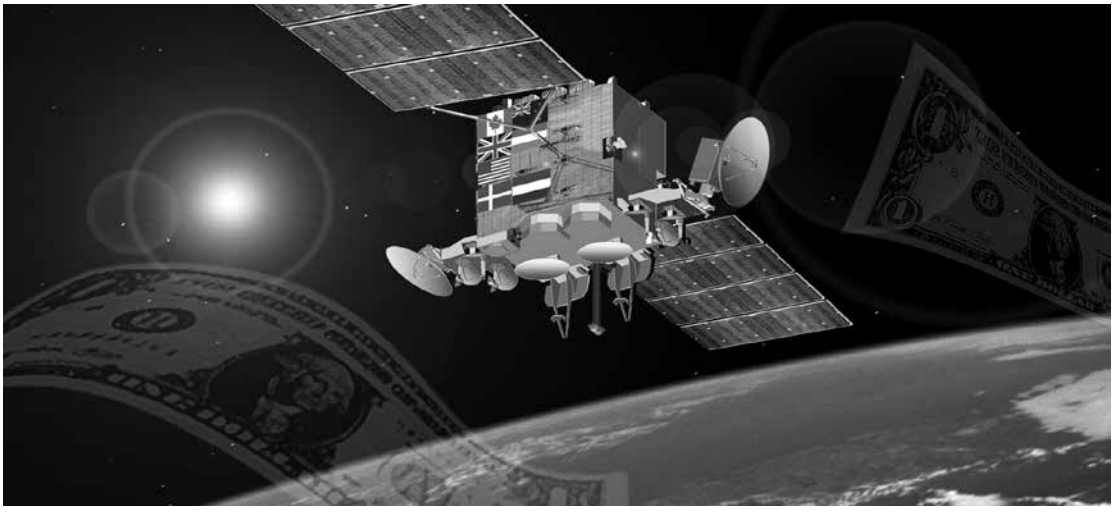
免责声明：凡在本杂志发表的文章只代表作者观点，而非美国国防部、空军部、空军教育和训练司令部、空军大学或美国其他任何政府机构的官方立场。

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。