



以作战概念引领技术发展, 开发新一代遥驾飞机

Leading the Development of Concepts of Operations for Next-Generation Remotely Piloted Aircraft

柯蒂斯·G·威尔逊, 美国空军上尉 (Capt Curtis G. Wilson, USAF) *



每开发一种新的作战概念, 就明确预示战术、技术及作战思维 and 作战模式将发生重大变化。研发新作战概念, 本身成本不高, 但其推动力足以改变整个作战界的发展方向。现行中空遥驾飞机 (RPA) 是美国空军鼎力发展的装备, 其作战概念发展至今已近二十年, 其间对预算、人力、需求和技术多有推动。为求进一步发展, 空军必须改革采购 RPA 技术的思路。尽管财政环境阻碍着空军研发全新下一代 RPA 系统, 但

RPA = 遥驾飞机
TTP = 战术 / 战技 / 战规

空军可以利用现有的 RPA 装备, 改变其软

件结构, 加装数字数据链, 实现能力的重大提升。如果在 RPA 上配置开放性软件结构, 就可跟上工业界的技术发展自然速度, 扭转目前以技术带动需求的、久已落伍的 RPA 采购程序, 而回归到以作战需求带动技术发展的模式。只有到那时, 空军才可能重新担当其引领工业界研发 RPA 技术的大任, 并打破独家供应商来源的格局。

定义作战概念和军事需求

作战概念是一种书面陈述或图画描述, 它清楚、简要地表达联合部队司令官希望实现的目标, 以及利用现有资源达成目标的方法。

* 承蒙 Michael Byrnes 上尉认真评阅本文并就如何修改提出宝贵意见, 作者特致谢忱。又蒙 Jerry Brown 中校提供写作辅导并作技术评阅, 另蒙多位同侪参与评阅并给予支持, 作者一并致谢。

法。¹ 当前普遍接受的 RPA 的作战概念大致定义为：由一名飞行员和一名传感器操作员对一架武装飞机实施模拟控制，执行昼夜不间断空中作战巡逻，武装侦察时敏目标，向作战指挥官提供支援。空军的“远程分工作战”（RSO）是这种作战概念的一个子集，需要前方发射回收分队和后方任务控制分队协同，方可允许后方基地人员执行战斗架次。

对武器装备的军事需求，我们可宽泛地定义为实施总体作战概念所必要的能力。RPA 必须提供全动态视频和信号情报能力，执行作战指挥官要求的情监侦任务；RPA 还要配置武器，随时动能打击那些闪逝目标，而且必须昼夜 24 小时不间断留空。因此，对武器装备军事需求的论证，应从执行任务所必要的能力入手，要允许多个方案选项，并且有可能吸收工业界和合作伙伴的创新成果和效率。界定需求之后，再将之分解为二阶和三阶参数与属性，作为参照基础，由工业界对系统进行定向工程设计和制造。根据上述作战需求，当今 RPA 的设计师们选择了适应长航程的大展弦比机翼和高效发动机，挂载武器的承力点，以及能将多光谱目标系统和其他传感器集成的数据母线。² 从理论上讲，从软件到飞机设计，再到指挥与控制，所有的一切都应该追溯到作战需求，并且由需求加以验证。

空军现在称为 RPA 的这种无人航空器，在起源上虽然可追溯到第一次世界大战爆发之前，其真实潜力在过去 20 年的国际安全挑战环境中，才逐步显露。³ 随着“远程分工作战”的发展，情报作战界得以在全球任何地方实时控制这种侦察平台。这种作战样式与 RPA 的极佳燃油效率相结合，创造出史无前例的持久留空，也成就了 RPA 的重大优势。2001 年，负责快速开发 / 采购 / 部署的美国

空军项目办公室——别称“Big Safari”——从 MQ-1“捕食者”上发射了第一枚“狱火”导弹之后，无人机武装侦察的作战概念就此诞生，形塑出 RPA 作战的现代形象。⁴ 这种新作战概念的兴起，为空军的采购历史书写出一篇璀璨的传奇。作战指挥官们从此意识到，原先只用于单一情监侦用途的 RPA，现在完全可以对其发现的目标实施动能打击。随后刮起一阵风的武器采购和能力配置，但这篇传奇戛然而止，空军再没有写出中空 RPA 的成功续篇。

成功变成绊脚石

RPA 的作战概念发展到二十一世纪初，逐步停滞下来，“捕食者”亮相不久，因发射“狱火”而光芒四射，人们忘乎所以，再不去思考无人机的进一步演进需要。通用原子航空系统公司加足马力生产，仍无法满足作战指挥官们对这种新能力的巨大胃口，“Pred porn”（浏览无人机捕食精彩瞬间）和“drone strike”（无人机攻击）等新名词风靡美国。⁵ 一派热闹中，摄像机品质提高了，各种配件挂到了机翼下，接着，能携带更多设备的改版无人机 MQ-9“收割者”问世。“捕食者”还是一款仍处于高技术示范发展阶段的系统，就已成为可能是空军有史以来最大和最快的一项装备采购。它似乎圆了空军的大梦，原本是官僚阻力重重让人心力交瘁的采购过程，这一次，空军不费力，不费时，不费钱，就轻易获得了一支庞大完整的无人机队。

然而且慢，这种做法的隐形成本和后果，也在资产的使用寿命过程中显现出来。“捕食者”是以快速采购样机模式投入空军现役，缺少作战需求论证，包括缺少其本身隐含的作战概念。这款系统因为早期表现出色，引发了井喷式的生产，当时指派空军负责管理

生产。这款无人机，初衷仅用于有限的隐秘用途，现在突然要面对数十亿美元军事采购项目所特有的监督和标准。

通用原子原本是一家起步仅几年的新公司，羽翼待丰，现在必须学会如何遵循政府关于适航性、生产、安全、维持、软件和培训等领域的监督和标准，所有这一切非常耗时和昂贵，而且不包括在这款无人机系统原始合同中。⁶“捕食者”和“收割者”系统因为是通过快速采购渠道置办，故而在适航性方面被列为实验类，此类效率低阻力大，根据规定，空军每次遥驾此机穿越国家领空，都必须获得美国联邦航空管理局签发的批准证书。这一做法将 RPA 限制在基地和军事行动区域之间的狭窄走廊中，是以确保同民用航空保持安全距离。如前述，该系统最初的设计意图是在军方控制空域内做有限的隐秘使用，因此无需启动为取得美国法典第十卷要求的适航性证书所必经的发展测试和评估文件程序。而今“捕食者”和“收割者”从隐秘使用转入更常规性的使用，空军更迫切需要通过标准适航性认证。这两款无人机的项目办公室肩负着对未来生产和合同追溯的责任——也就是说，空军现在要花费数百万美元来补做发展测试和评估文件程序，来证明这个已成功飞行 200 多万小时的系统的适航性！对采购过程的文件程序要求如此僵硬，全然是为满足文件要求而做文件，个中荒谬，不说也罢。但“捕食者”项目也促成了两项显著的效果。第一，它的确成功地在无人机上装备了武器和传感器，并在此基础上衍生出另一款改型机“收割者”，改型机显著地改善了原始“捕食者”A 型机的用途，并将武装侦察作战概念推向全面成熟。第二，它确保了通用原子的未来，使其成为空军无人机生产、维持和继续发展的独家供应商。

空军积极编制向武装侦察使命演进的作战需求论证，并企图打破独家供应商来源模式，但这项努力难以为继。例如，一个 RPA 作战中队受命装备一种由通用原子公司把持着专属产权的多机控制系统，但最后不了了之。⁷因为这套软件受制于授权许可，空军无法在开放市场通过招标购置，因此空军要么接受通用原子的合同条件，要么同意出天价买断这套专属产权软件。这套多机控制系统经一个作战中队在“增兵”状态下使用之后，更加命运多舛。结果是，可供学习的只是一份简要大纲，简单得根本无法让操作员获得足够经验以熟练使用此系统。到头来，最初一批经验有限的飞行员放弃了该系统，既是因为不“信任”该系统，也因为作战行动负担太重而无法挤出充分时间来好好学习使用这套系统。⁸中空 RPA 机群的现状和潜在未来，就像以下这段寓言描述：

设想一群人手持砍刀，披荆斩棘踏进一片丛林，他们既是生产者，又是问题的解决者，他们一路砍伐，开出道路。管理人员跟在后面，为他们磨刀，为他们编写政策和使用手册，制定肌肉锻炼计划，引进革新技术，并且为这些砍伐者制定工作进度和报酬计划。某日，其中一人爬上了最高的一棵树，张目四顾后大叫一声：“快停下！我们进错了丛林！”且听那些忙得不亦乐乎的生产者和管理者如何作答？“快闭嘴！我们正努力前进着呢。”⁹

空军在大步努力向前，力争满足国防部长提出的总共组建 65 个作战空中巡逻队的宏伟目标。¹⁰空军培养出一些最优秀的战术专家，他们经历实战，总结并提炼出令人叹为观止的战术/战技/战规（TTP），使“捕食者”能执行多种作战任务和一整套使命，远远超出系统设计者的预想。“捕食者”项目办公室

正在规划全面升级, 将纳入各种改进、修正, 和新技术。¹¹ 每年中, 后备役和国民警卫队都有几个单位从老旧飞机部队改编为 RPA 部队。空军开发了一套全新的飞行员训练计划, 教导军官们驾驶“捕食者”和“收割者”。¹² 空军并围绕通用原子的中空 RPA 建立了一个完整的空军专业编码和全套培养计划。遗憾的是, 所有这些努力和进展, 只是在不断擦拭已有二十多年历史的同一个作战概念, 在继续喂养这独家供应商的模式, 在寓言的错误丛林里越走越深。

军事技术研究和开发界过去数年以来, 通过各种技术演示, 一直在边缘开发下一代 RPA 的作战概念。他们经由各种项目, 研发出一些关键的保障和推动性技术, 例如感应与规避、自动空中加油、人对机接口、机对机接口、多机控制, 以及自主起降等等。¹³ 所有这些成果都是未来作战概念下作战需求的片段。这里的关键错误, 就是一直注重个别技术, 并试图将它们应用于武装侦察作战概念。但为什么所有这些技术都没能进入“捕食者”或“收割者”系统? 究其原因, 就是独家供应商模式在作祟, 阻碍着各种创新的应用, 因为即使拥有合法垄断权的承包商能够提供新的功能, 空军仍可能不加解释地一口拒绝, 这是军队文化使然。这种做法把我们面对的危险展现出来, 这就是, 没有明确的作战概念, 就无法将政府的需求推向市场来牵引市场, 而只能被动地接受市场提供的技术和功能。¹⁴ 仅举一例, 诸如自动起降(AT&L)这样直截了当的技术, 陆军早已在通用原子公司生产的“灰鹰”无人系统上成功使用多年, 却至今未能用于空军的“捕食者”和“收割者”。RQ-4“全球鹰”几乎全部使用这一功能, 而海军的 X-47 也已在航母上进行自主降落。¹⁵ 前空军参谋长约翰·江帕说:

我们一直允许着这种飞行员文化(人工驾驶飞机)主宰对飞机的控制, 而原本飞机控制应向技术方向演进, 降低人工控制的需要。我们应该努力提高自动飞行和传感器功能的作用和效果, 适时允许飞机分组, 开发更多高级任务规划软件, 并且推动自动任务执行模式……可是 RPA 领域发展到今天, 继续表现为过度关注投入而不是产出, 不必要地过多坚持人在圈内, 过少地允许传感器整合及机对机自动化, 这些做法不利于任务的成功执行。合乎逻辑的发展是, 下一代 RPA 应全面开发作战指挥官看重的多项能力, 提升任务效能, 重心转向产出和结果, 转向以完成任务为中心的作战原则, 大力提倡自动化, 减少人力、训练、带宽管理等领域的现负担……。¹⁶

约翰·博伊德上校曾就空军抱着过时标准不放的文化危险提出警告。在他的论文《创造和毁灭》中, 他指出一个组织如果顽固坚持一成不变的标准与概念, 任其支配组成元素, 将随着新元素的加入, 陷入无序的状态。¹⁷ 换句话说, 一个组织如果一味坚持某种作战概念, 而不具备必要的能力和远见, 不知道如何针对形势发展分析评估、战略前瞻、选择以及制定相应的新作战概念, 然后付诸行动, 这样的组织, 随着新观念和新技术的涌现, 将眼看着 TTP 越来越复杂和混乱而无以应对。根据博伊德的观点, 如果不想陷入这样的无序, 唯一途径就是放弃旧标准, 让现有的概念瓦解, 找出新旧标准之间的共同的属性和特质, 创造出新的标准, 让新事物驻扎生根。说白了, 就是一个组织应做到该弃则弃, 放弃旧的作战概念, 利用新兴的 TTP 和技术, 而形成新的作战概念。否则, 它所面对的复杂和混乱局面将不断恶化, 它

想整合新技术，却总是方枘圆凿，陷入无计可施的境地。

打造新观念

听上去，开发一个新的作战概念像是要投入多年的努力和数十亿的纳税钱，尤其在讨论“自主化”这个话题的时候。但实际情况并非如此。作战概念的最重要的成本，就是运用批判性思维。按此概念，首先通过推理分析生成指导原则，形成作战需求，再进一步引领技术研发。技术研发的预算已经执行（例如已经研发出自主起降、感应与规避等），但在如何运用这些技术（即投入和产出）上，空军受制于观念思维，需要改革的是观念。¹⁸ 空军领导层必须扭转 RPA 的发展模式，把以承包商技术驱动作战需求和作战概念的做法反过来，由空军开发未来的作战概念，在此基础上制定长远的作战需求，再牵引和主导技术的发展。否则的话，到可预见的未来，空军将一直困顿于独家合同商来源的模式，无法动弹。

为阐述如何从前瞻和战略规划作战概念，到开发作战概念，再到技术设计的正确流程，本文假设研发出一个自主化的任务规划和执行（AMPLEX）系统。在这项观念性的设计中，首先由主管任务的指挥员向 AMPLEX 系统下达一整套应达到的目标，系统据此生成一个多机多架次出动流程，并配有任务航线图表供审核。经指挥员批准后，系统自主执行，并根据实际情况实时调整，以管理容许的性能偏差。此例中的 AMPLEX 系统和当今 RPA 作战方式之间的区别是，于前者，操作员“人在圈上”，于后者，操作员“人在圈内”。这种区分听起来可能过于简单，而这正是作战概念的目的所在，这就是，作战概念只要清楚阐明关键要素，而避免陷入技术或战术细

节。这才是回归技术发展高速公路的正途，才是在正确的丛林中开辟道路。

作战概念若像 AMPLEX 系统那样，就要首先做好信息分析，指导制定作战需求，再以作战需求驱动技术开发，从而重新设定政府与工业的关系，这就是政府需求引领工业开发。其实，支撑 AMPLEX 的作战概念的技术，已经在更高技术层次上存在并就绪，比“捕食者”系统刚部署时的技术就绪程度还要高；然而，以需求引领技术的做法一直停滞不前，因为武装侦察作战概念被一个专属的、封闭的技术生态系统所控制，想把其他就绪技术结合到这种封闭系统中困难重重。¹⁹ 初期阶段，AMPLEX 系统能顺利运作，而无须升级任何重要硬件，无需建造新飞机或设施，利用现有的指挥控制基础设施即可。然后，我们将踢到绊脚石，即独家合同商来源模式，在此模式中，合同商垄断着软件系统和结构，把持着耗资费力的软件更新过程，如果松手交由开放市场竞争，他们将无法生存。软件，更具体地说，地面控制站软件，是重新定义现代飞机能力的关键，它也是 AMPLEX 系统作战概念致力推动的主要改变内容。

在这一层级的创新上，存在着大量自设的障碍，其中包括 RPA 作战界的陈旧观念，作战界与研发界在各自努力上的脱节，以及领导层不求文化改革但求保持现状的微妙心态。再者，RPA 操作员熟悉现有作战方式积累经验后，便自然而然倾向于抵制无人机自主化，他们的典型担忧是，机组人员会越来越依赖自主化功能，以致自身备战松懈，一旦面临高度复杂任务，自主化功能无法应对时，人就会束手无策。支持这种关注的观点，就近期角度来看或有其道理，但从中期和长远角度来看，历史一再证明，依赖技术提升任务执行成功率，总是一个渐进的过程，从

拒绝开始, 然后谨慎对待, 慢慢接受, 最终依赖和信任。目前, 就执行需要高度智能的飞机机动而言, 机组人员已经完全依赖自动驾驶仪功能, 例如增稳系统和自动驾驶保持模式等。如果大量使用 RPA 执行连续情报收集或武器运用任务, 而自动驾驶仪发生功能故障, 风险的确很高。然而, 那些恐惧更先进自动化的人们, 对其目前已经依赖自动化的现实视而不见。同样, 作战界已在大量使用支持软件, 他们承认这些软件对于飞行安全、任务管理, 以及武器发射区的确认至关重要。机组人员允许依靠自动驾驶仪和相关工具, 因为系统已经过 200 多万飞行小时考验, 充分证明这些工具高度可靠, 有力支持了 RPA 任务的有效实施。

现实是, 技术研发界在观念上和开发成果上已经远远超前于目前的作战能力, 致使 RPA 作战人员感到沮丧, 因为他们意识到更优秀的技术选项早已存在, 却没有装备到他们的飞机上。²⁰ 这种差距形成的印象是, 他们将永远不可能使用诸如自主编队、多机控制、人工逻辑与决策等技术。但我们要知道, 自主化是必要的, 虽然其水平应按照实际情况来实施, 需要谨慎接纳新的自主化技术和功能, 逐步建立对系统自主运作的依赖。²¹ 是的, 所有这些功能在技术上已经成熟, 我们需要做的, 是在 RPA 的作战概念和 TTP 上迈开大步跨越, 才能将这些技术和功能成功投入作战使用。²² 现在缺乏的是一个连接桥梁, 将当前的一整套 TTP、可行做法、训练, 以及技术和不断发展的最新工艺连接起来。

进入新境界

虽然圈内上层一些领导人尚不知情, 其实下层官兵中已经有人开始建造这样的桥梁了! 一些才华横溢的作战操作员, 在严密研

判和处理“捕食者”和“收割者”系统的运用支持数据(实时飞机和传感器有效载荷遥测), 以及数字地形高程数据(系统所使用的地形和高程值数据库)之后, 建造了支持无人机驾驶的一系列基本辅助工具——这是迈向信任自动驾驶的第一步。最初, 这些工具只是作为设定飞机传感器观测角度, 以及空速、方向和高度等飞行数据的快速参考。另外, 这些工具能提供目标坐标、高程和飞机相对于目标的高度等数据。此等工具不仅能为飞行员提供自己飞机的数据集, 而且还能选定网络中其它飞机, 将它们的数据调出。接下来, 这些高手从运用支持数据中推导出按照战术情况相关要素量身定做的二维视觉图像, 并可依据飞机的高度与倾斜角而不断更新。目前, 他们已将这些工具编写成程序, 可根据飞机转弯半径和当前风向, 提供预测的位置点, 从而帮助飞行员确定更为精确的攻击位置。²³ 此等工具作为一种态势感知手段, 受到无人机操作飞行员的广泛欢迎, 有效帮助飞行员减轻在复杂机动过程中的脑力负荷。然而, 作为业界整体, 却仅仅认可这些工具作为直观辅助和快速数据参考手段。飞行员和作战领导层之间, 还在按钮的位置和功能、颜色代码、飞行员交叉检查工具的最佳定位等问题上纠缠不休, 殊为可笑。他们居然还未意识到, 摒弃这类繁琐而耗时的操练的时机已经成熟, 弃之, 必有助于我们拓宽视野, 看到这些辅助工具的应用和扩展, 将在不久的将来为我们带来的种种革命性能力。

依循直觉, 下一步应该是根据当前风向和指令倾斜角, 二维直观显示不断更新的“预测”飞行路径弧。再下一步, 应该是将一条三维指引线叠加到飞行员平视显示器的视频输入图像上, 标出转向信号提示和有限转向路径, 实现最佳精确定位。如此一来, 就可

能彻底取消飞行员在当前的 8 个监视器上做交叉检查的做法，简化为一个主平显，将多种来源的输入信息叠加透明显示在屏幕上，以供选取；或者采用类似“谷歌眼镜”的工具，允许选择和透明显示本文提议的第三方多源信息叠加软件。²⁴ 在地面控制站的传感器—操作员方面，工作台的平显也具备类似的多源信息叠加透明显示能力，可能包括指向另一有效载荷的打击目标的指示标。例如，用一个箭头指向另一架飞机传感器观测的方向，然后在传感器屏幕上置一悬浮框，悬停在另外一架飞机所跟踪的机动车上方——这样做将使目标监管移交这样的战术任务简单许多。此外，该软件可以并应该允许由目标锁定军官所操控。他们应能在系统中放置目标坐标，布置诸如观察角、投射距离和摄像机种类等收集目的，然后根据弹药配载、独特能力，以及维护状态的可用性，将目标分配给特定的飞机。系统然后会直观地展现目标和收集参数，将新目标通知到所选飞机。这种能力是对 RPA 收集信息常规的根本性改变，即从考虑飞机和机组能够提供什么信息，改变为受援单位希望从目标获得什么信息。这更是观念和视角的改变，是将焦点从机组人员的信息输入转移到提供符合客户需要的输出。

目前为止所讨论的内容，构成了图形用户界面和信息网络化的基本操练。如果能找到合适的承包商，大概不消六个月的工作，就可完成建构、测试和实施。目前作战界所使用的这个系统，就是由飞行员一个人利用业余时间，在自家电脑上，花几个月的时间开发的。²⁵ RPA 能力和 TTP 的巨大跃进，其实比大多数操作员认识到的更加超前。例如，可以对假设软件程序包要求进行修正（如今已非常简单），从而置入新的能力，可将不断

更新的系列 GPS 坐标和航线点分配到其预测的飞行路径和有效载荷提示中。这些提示根据客户所需的观察角、投射距离和信号情报效果等收集参数，建立各种持续保持模式。从客户的优先目标列表（包括所需收集参数信息）入手，系统构建出最优轨道，并给出飞机能力和弹药配载建议。系统随后利用从空中任务命令获得的知识，或者遵循空中交通管制事先指派共同路线，生成往返基地机场和目标之间的航渡任务；与此同时，持续监测回程所需的燃料。失链后应急路线（指飞行员目前手工设置的一系列自动驾驶飞行航线点，以供飞机在彻底失去卫星链接时，可遵循这些航线点返回基地）将会自动跟随飞机从一个目标到另一个目标，并维持返回回收基地的安全路径。其数据来源将包括天气、限制运行区域，以及空中交通管制活动，省去了飞行员持续更新路径的需要。在当今的配置中，唯一能将系统脱离直接控制飞机功能的因素是飞行员本人。缺失的环节是一种能够容纳与现有地面控制站软件有双向接口的第三方软件的能力。如果空军能订购一款软件更新或升级，允许地面控制站接受来自具备安全验证的另一来源的、有别于操纵杆、方向舵和油门的其他控制台指令，那么飞机就可以遵循第三方系统的提示，绕开系统的专属产权部分，从而释放 RPA 的真正潜力。

这样，拒绝—慎待—接受—依赖新技术的过程由此开始。最初，该系统将生成飞行路径，由飞行员审核，决定接受或者拒绝。飞行员将选择是否允许系统生成行动路径和应急路径，并且上传到地面控制站。在“慎待”阶段，可以在系统的“剧本”上添加功能（最好将它们视作“应用程序”），例如：特定收集机动、最优信号情报收集轨道，乃至武器

运用的目标留空时间点把握（仅指飞机就位，不是武器实际发射）。自动化功能的水平应是可以调节的——犹如有一个自主化“刻度旋钮”，可以让操作者选择直接控制系统的程度。经过一段时间后，“慎待”将演进到“接受”，作战界的通行做法将指导飞行员如何使用该系统，并传授给新飞行员，作为任务管理的主要方式。最终，作战界将“依赖”AMPLEX系统，来执行枯燥、乏味的一系列任务中的大部分。那种使用原始专属产权软件手动输入航线点、建立乖僻导航路径的日子，将成为过往的记忆。

上述的第三方系统应该是开放式软件架构，不仅允许自主化功能大步跨跃，而且将为新能力的快速集成提供方便。可能纳入的首要的和最重要的能力，是将“Link-16”数据链（战术数字信息链接 [TADIL-J]）或者其它空对空/地对空数据链集成到RPA机群中。第三方系统能否接管飞机和传感器有效载荷控制，将再次成为限制因素。配置Link-16的飞机可选择将其传感器有效载荷从属于或从动于Link-16坐标系和自动旋镜，以观测或标定目标。RPA需要在飞机上配置同样的功能，以免Link-16和瞄准吊舱之间“机对机”提示的瞬间过程，被“机对人”接口和手动输入目标坐标所阻滞。同样，能够通过遥控视频增强接收机查看视频输入的地面用户，理论上而言应可以掌控有效载荷，迅速获得对周边环境的态势感知，并亲自验证己方和敌方部队的位置。这种作战概念，应将取代目前陆军、海军陆战队和特种部队用户必须把目标用语音“交代”给传感器操作员的作法。

除了利用开放结构的地面控制站任务软件之外，进一步在RPA之间配置内联链接，让目标坐标在空中和地面资产之间快速流传，

将有力提升RPA对作战指挥官的用处。同样，将Link-16整合到“捕食者”/“收割者”中的过程，可用来为在这些无人机上挂载空对空或新式空对地武器提供条件。第三方软件可以将飞机实时遥测数据移入武器投放区验证软件程序中，并将该区域投射到特制的平显屏上，确保飞行员对准交叉提示目标快速释放武器，且精确度在有效投放参数范围内。内联链接还能作为备份手段，在失去卫星数据链接的情况下发挥作用。飞机仍能保持全动态视频或信号情报收集的自主功能水平，将信号传输转向战区节点，并继续把有效载荷从动于战区联合作战伙伴所发送的提示。

欣然引领创新

以上假想的AMPLEX系统可能看起来雄心勃勃——其中包含这么多的“如果…那么”假设，似乎真想实现武器系统自主化，简直不现实，各相关方自然对这种作战概念如何实现普遍存疑。然而请记住，创建技术方案来实现作战概念的责任，不在作战中队、大队和联队指挥官的肩上。他们应有的和应做的，就是充分发挥想象，开出空白支票，形塑出新的作战概念，表述其规范的及最佳的实施方式；他们无需纠缠于空军内其它单位和机构以及工业界如何实现此作战概念的种种细节。有了明确界定的作战概念之后，空军便可开始编制前瞻性作战需求，工业界则做出呼应，遵循正常的市场机制，与军方互动。这种流程才能引领技术发展跨出大步，亦即，军方不是看当前货架上有什么，或者等推销商拿出什么新能力，然后小修小补地添加到飞机中，而是主动构建概念，为技术的潜在应用提供桥梁，搭接到军事战术上，从而使战术获得大幅改进和提升，甚至彻底改变空军的作战方式。

通过对软件结构的更改，通过为 RPA 配置与战区资产的数字数据链接，我们可以低成本高效益，大幅提升作战能力，所需技术都已就绪和成熟，近期就能实现提升。为 RPA 配置开放结构系统，就能把握利用技术进步的速度，并且扭转当前的采购做法，不是让技术发展驱动作战需求，而是相反。按本文建议的 AMPLEX 方案，把各种繁琐枯燥任务加以自动化，必可节省大量人力，同时还有助于倍增作战能力。到目前为止，空军一直把“创新文化”的重点体现在对细枝末节的改进上。诸如重组维修点以缩短空军人员在场站之间交通的距离，将某道程序节省 30 秒而累计节省百多个工时，优化 T-38 飞

机跑道滑程序以省出每架次 1-2 分钟的起降油料，等等，这一切无疑都是聪明的革新，但远远算不上创新。AMPLEX 方案则代表着 TTP 和作战能力向前迈出实质性的一大步——它不是通过全新飞机的采购，而是解开当前的独家来源系统的束缚，转变为开放性软件结构。只有当空军领导层注重开发前瞻性作战概念，真正与时俱进地培育创新文化，空军才能欣然担负起引领工业界发展 RPA 技术的责任，并且摆脱当前的独家来源采购模式。★

注释：

1. Joint Publication, 5-0, Joint Operation Planning [联合出版物 JP 5-0 : 联合作战策划], 11 August 2011, I-5.
2. “MQ-9A Reaper” [MQ-9A 收割者], fact sheet, US Air Force, 23 September 2015, <http://www.af.mil/AboutUs/FactSheets/Display/tabid/224/Article/104470/mq-9-reaper.aspx>.
3. Thomas P. Ehrhard, Air Force UAVs: The Secret History [空军无人机秘史], Historical Study, (Arlington, VA: Mitchell Institute for Airpower Studies, 2010), <http://www.dtic.mil/get-tr-doc/pdf?AD=ADA525674>.
4. Richard Whittle, “Hellfire Meets Predator” [狱火搭上捕食者], Air & Space Magazine, March 2015, <http://www.airspacemag.com/flight-today/hellfire-meets-predator-180953940/?no-ist>.
5. 从项目立项至 2011 年间，空军收到了近 300 架 MQ-1B “捕食者”。参看 GA-ASI press release, “Air Force Accepts Delivery of Last Predator” [空军接收最后一架捕食者], 7 March 2011, <http://www.ga-asi.com/air-force-accepts-delivery-of-last-predator>.
6. John Pike, “RQ-1 Predator MAE UAV” [MAE RQ-1 捕食者无人机], FAS Intelligence Resource Program, 6 November 2002, <http://fas.org/irp/program/collect/predator.htm>.
7. 多机控制台允许一名飞行员通过画出约束空域框（叫做传感器操作员框），把对最多四架飞机的控制分配给传感器操作员。一旦飞机进入空域框内，传感器操作员能够通过点击待机，指挥飞机的定位。第 15 侦察中队使用过这种能力，但后来有人认为，飞行员思维认知能力有限，不能同时进行多项需要注意力高度集中的动作，如执行紧急程序、突入受限作战区，或攻击，因而不能同时控制多架飞机，这种能力最终被放弃。
8. 笔者 2015 年 10 月 3 日与多机控制系统教员 Jerry Brown 中校的私人通信。
9. Stephen R. Covey, The 7 Habits of Highly Effective People: Restoring the Character Ethic [高效人士的七个习惯：恢复性格伦理], (New York: Free Press, 2003), 101.
10. SSgt Adawn Kelsey, “RPA Community Launches 65th CAP, Meets SecDef Initiative” [RPA 作战界启动第 65 组作战空中巡逻，响应国防部长倡议], Creech AFB press release, 10 June 2014, <http://www.acc.af.mil/news/story.asp?id=123413492>.
11. John Keller, “General Atomics to Build 24 MQ-9 Block 5 Reaper Attack Drones in \$279.1 Million Air Force Contract” [通用原子公司获 2.791 亿美元空军合同，将建造 24 架 MQ-9 Block 5 收割者攻击无人机], Military and Aerospace Electronics, 5 February 2015, <http://www.militaryaerospace.com/articles/2015/02/reaper-drone-order.html>.

12. Michael Hoffman, "UAV Pilot Career Field Could Save \$1.5B" [无人机飞行员职业领域可节省 15 亿美元], Air Force Times, 1 March 2009.
13. Sam LaGrone, "Navy Conducts Successful Test of Aerial Refueling with X-47B, UCAS-D Program Ending" [海军成功测试 X-47B 空中加油, UCAS-D 项目结束], USNI News, 22 April 2015, <http://news.usni.org/2015/04/22/navy-conducts-successful-test-of-aerial-refueling-on-x-47b-ucas-d-program-ending>.
14. John Reed, "USAF Says Adios to MQ-X" [美国空军与 MQ-X 说再见], DoD Buzz, 15 February 2012, <http://www.dodbuzz.com/2012/02/15/usaf-says-adios-to-mq-x/>.
15. John D. Gresham, "Details of the X-47B's First Autonomous Carrier Landing" [X-47B 首次在航母自主着陆细节披露], Defense Media Network, 11 July 2013, <http://www.defensemedianetwork.com/stories/details-of-the-x-47bs-first-automated-carrier-landing/>.
16. John P. Jumper, "RPA CONOPS Effects Scenarios" [RPA 作战概念效果], limited circulation white paper, 14 March 2011, 1.
17. John R. Boyd, "Destruction and Creation" [毁灭与创建], 3 September 1976, http://www.goalsys.com/books/documents/DESTRUCTION_AND_CREATION.pdf.
18. Caroline Rees, "Predator B Demonstrates Automatic Takeoff and Landing Capability" [捕食者 -B 展示自动起飞与着陆能力], Unmanned Systems Technology, 25 September 2012, <http://www.unmannedsystemstechnology.com/2012/09/predator-b-demonstrates-automatic-takeoff-and-landing-capability/>.
19. "Gray Eagle UAS Achieves 10,000 Automated Takeoffs and Landings" [灰鹰无人机实现万次自动起降], fact sheet, GA-ASI, 25 July 2012, <http://www.ga-asi.com/gray-eagle-uas-achieves-10000-automated-takeoffs-and-landings>.
20. "AFRL UAS Roadmap" [美国空军研究实验室无人机系统路线图], Air Force Research Laboratory / XP limited circulation publicly released presentation, March 2010.
21. Jeffrey Eggers, "A Future Vision for Unmanned Systems Operation within NATO: Leveraging Autonomous Behaviors to Manage Complex Systems" [北约内无人系统运作未来远景：用自主行为管理复杂系统], AF/A2Q submission to NATO/OTAN, 1 May 2013, 5.
22. 目前将 MissionX 客户端当作第 732 作战大队的中队先进战术课程的一部分来教授, 作为先进多机战术的可行工具。此外, MissionX 的衍生品, 称为 FocusedX, 每天都为机组人员用作设置投射距离和俯角的快速参考。
23. MissionX 客户端是由布兰登·马格努森 (Brandon Magnuson) 空军上尉开发的。FocusedX 是 MissionX 的衍生品 (后来经修改成为插拔式软件, 用于“雷神-索利普系统”的“宙斯”软件, 该软件由 Focused Support LLC 公司开发。)
24. 谷歌眼镜是一种头戴式光学显示器, 能够向用户视野投射半透明的数字数据。
25. MissionX 客户端完全由马格努森上尉在业余时间开发, 在他的个人电脑与政府电脑之间多次转换, 并数度改进, 一直到他离开内华达州克里奇空军基地为止。



柯蒂斯·G·威尔逊, 美国空军上尉 (Capt Curtis G. Wilson, USAF), 奥本大学理学士, Embry-Riddle 航空大学航空理科学士, 现任内华达州克里奇空军基地第 556 测试与评估中队 MQ-1B 和 MQ-9A 双重资格使命控制分队评估官、MQ-9 发射回收分队飞行员、任务指挥官兼武器主任。此前他任第 867 侦察中队 MQ-1 武器分部主任, 执行“捕食者”和“收割者”系统各类多项任务 2,000 余小时。上尉曾在俄亥俄州赖特-帕特逊空军基地空军研究实验室 (AFRL) 担任 XP 无人系统程序系列主管, 负责集成跨 AFRL、国防部长办公室及北约合作伙伴有关无人飞行器系统的研发成果。其后作为首批志愿军官之一参加 18X 本科级遥控飞机训练。他也曾在 MQ-9A 系统办公室担任第五批次“收割者”系统工程师, 领导诸如自主起降、感知与避让、适航性认证和特别项目的开发工作。威尔逊上尉兼具采办、工程、测试与作战多领域经验知识的独特融合。