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。

从蜂群、云团和抢占先机谈起：论遥驾航空文化辩论的意义

The Swarm, the Cloud, and the Importance of Getting There First: What's at Stake in the Remote Aviation Culture Debate

大卫·J·布莱尔，美国空军少校（Maj David J. Blair, USAF）
尼克·赫尔姆斯，美国空军上尉（Capt Nick Helms, USAF）

有人说，新型水手——那些靠发动机和蒸汽锅炉航行的男人——已经难以令人敬重。他们认为，这些水手只与物质层面的东西打交道，无缘体验战争的荣耀或者惊涛骇浪后的胜利喜悦。这种看法完全是错的……因为这里仍有音乐，而且驱动当今巨舰的机器正是强大力量的体现。

——美国海军上校弗兰克·贝内特《蒸汽时代的美国海军》，1897 年

今人对遥驾飞机（RPA），在技术上已获大量成果，在文化上却还处于婴儿的认知。关于 RPA 文化的辩论由来已久，笔者也添一家之言。本文首先提出，有人 / 无人机融合空中作战已成紧迫要务。继而本文认为对这种融合的阻碍不在技术因素，而在文化因素；就是说，只有当 RPA 作战界在整个空军中获得应有的发言权和地位之后，空中力量的这种演变才可能发生。当前的任务不是要重新创造空中力量，而是要重新发掘空中力量。关于建设技术军人文化，空军伟人中已有许多真知灼见，我们只需把阿诺德将军等人的思想继承下来，投用于建设遥驾航空的努力之中。

一场虚构的未来空战：蜂群和云团

在未来战场上空，远程打击轰炸机“军刀 01”正在接受出征前最后的“出栏”检查，准备突破敌防空系统的分层防御。[1] 大量无人作战航空器（UCAV）构成稠密的“蜂群”，守卫在我方领空的前沿。随着我方飞机穿过“蜂群”出击追踪预定打击目标，一些 UCAV 加入奔袭战机的编队，作沿途护航。当“军刀 01”穿越前线时，七架小型 UCAV 无缝加入机队，伴其侧翼，将数据链控制从战区空战管理官交换给轰炸机的战斗系统操作员。

RPA = 遥驾飞机
UCAV = 无人作战航空器

“军刀 01”充当轰炸机和母舰的相等角色，凭借隐身和先进雷达及数据链，能深入敌后纵深，指挥一个自动化中队。当轰炸机进入敌方领土时，战斗系统操作员将本机队所带 UCAV“蜂群”调近，UCAV 开始对抗敌人的干扰。这些平台形成战术编队，与全网络化电子战套件相结合，使得“军刀 01”机组能够以三角定位方式精确锁定目标——敌方的先进战区地空导弹基地。敌方防空部队早已接受击败单一反雷达导弹的长期训练，但是“军刀 01”率领的是由数百架微型飞行器组成的“蜂群”，以网络化的廉价弹头、传感器和机身混合攻击，彻底摧垮敌人的防御。

这时候，我方战线内的空战管理官注意到敌人的地空导弹系统已经失效，于是命令持续空对地 RPA 组成的“云团”向敌导弹曾控制的空域扩散。我方高端长航时飞机和大量小型飞机混合编队顿时布满准入空域。这个“云团”利用各种卫星、地面数据链接，

以及空对空网络中继阵列，提供了一个抗干扰的内联网，覆盖着天空和地面战场，并且得到几乎不停的炮火支持。高端 RPA 由地面或机载数据链操控飞行，联入战场内联网，而不仅仅联接到某架具体飞机。这样做不仅克服了干扰问题，也使机组成员能够同时操控多架飞机。

与此同时，我方网络战士努力阻挡敌人的凶猛攻击，敌人企图破坏“云团”的通信能力，并在制网空权争夺中屡屡得手，成功地损坏一些数据。但是“云团”将损害数据隔离，并向“真人操作员”提供视图反馈，这些操作员决定将战术图片与老式无线电通讯拼合起来使用。不久，我方网络战士成功隔离黑客入侵，随后展开反击，使敌人在此战线上再无成功的机会，直到战役结束。“云团”的连通性和“蜂群”的能力，证明是保障传统平台有效作战的关键。

组成“云团”的小型 RPA 彻底改革了战场空军的作用，他们的主要装备不再是无线电，而是与云团的数据链接。这些作战控制员头戴影像集成头盔，手戴内装控制系统的手套，运用数据链就可“抓住”小型 RPA。高度自动化的飞行控制系统使控制员能够与地面部队指挥官一道，直接向传感器下达任务和发射弹药。绝对信息优势和无尽火力组合，展现出强大的摧毁力量。在这种真正的联合作战中，制空权迅速协助我军取得制地权。

然而敌人的指挥官也不是傻瓜。他知道美国对电子技术的依赖，所以计划开展电子和太空作战，以弥补其不对称技术劣势。可他没有想到，我军每当有一个链接被他的干扰器所阻断，信息立刻通过网络中未受影响的部分重新传送。敌指挥官还希望利用其在地面的巨大数量优势，即利用其防空能力将我军空中打击力量阻挡于安全距离之外并坚持足够长的时间，以形成一种既成事实。这一战术同样没有奏效，他很快就意识到，他的地面在蓝天之下不可能长期保持红色。空中支援已经从零敲碎打转为规模出击——整个战场成为 1991 年的海湾战争中海夫吉之战的大型重演，盟军攻击飞机与海军陆战队和突击队员协同作战，铺天盖地般摧毁了所有地面机动部队。[2] 敌指挥官眼看着自己的防御灰飞烟灭，前线崩塌，只能像十五世纪阿金库尔战役中被英国长弓手打败的法国指挥官一样，悲叹这一切的不公平：“要不是那些机器人的话，何至如此。”但是他错了。这场对战，双方都有机器人，因为导弹和 UCAV 一样属于机器人范畴，只是他使用得没有那么有效而已。

文化的关键：时不我待和抢占先机

以上的战例只是虚构，但它说明未来只属于“抢占先机”的那一方。RPA 在美国安全战略频谱中占有突出的地位。离岸平衡、小印迹交战、空地一体或空海一体作战等，都依赖于有人机和无人机混合构成强大的空中力量。因此我们必须争分夺秒，建设起一支正确的 RPA 队伍。[3] 国家要求空军“在天空、太空、网空飞行和战斗，直到胜利。”RPA 在所有三个领域运行，执行所有三个使命。空军的存在需要理由，RPA 正是这样一种理由，它天然属于空军。[4] 时不我待，作为空军，我们不仅当仁不让，而且要抢占先机。

有人可能会问：“为什么这样紧迫？谁都知道 RPA 是未来的潮流，反正我们迟早都会到达。”谈到紧迫性，我们这个时代有一位伟大的思想家曾经指出，当精英特权处于危险境地时，“稍后”是一个危险的暂停按钮，很

容易成为“永不”。金·比格姆少校（Maj Gene Bigham，资深战斗机飞行员）在《空天力量杂志》的前身《空军大学评论》中发表的一篇文章中有如下描述：

> ［飞机］不是由坐在驾驶舱里的人控制，而是由五角大楼地下室里的人控制，他们每个人通过使用卫星链接控制多架无人机…
>
> …正如前空军部长约翰·L·麦克卢卡斯写道：我相信我们正进入一个 RPV［遥控飞行器］的时代，RPV 将在协助空中力量服务于国家方面发挥越来越重要作的作用…
>
> …因此，空军就无人机角色的认定，不是未来要做的决定，而是今天就必须作出的决定。[5]

比格姆少校的观点并不特别令人惊异；的确，它与近期有关 RPA 作用迅猛扩大的各种著述如出一辙。令人惊异的是他的文章的发表日期，那是 1977 年 11-12 月。进一步回溯，在“对日战争胜利日”（V-J Day）那天，阿诺德将军就命令我们“开始准备明天的空中作战……可能由机舱中根本无人的飞机来完成。”[6] 他是在 1945 年说这番话的，在此近一年前，美军已经在太平洋战役中用一架无人机成功地袭击了布干维尔岛附近的防空集结地域。二十六年后，第一枚由无人机发射的空对地导弹成功地摧毁了莫哈韦沙漠中的测试目标。[7] 然而，六十四年后的今天，关于 RPA 的种种说法证明，RPA 的发展目前仍然处于“莱特飞机”阶段。[8] 从航空起始以来，遥驾飞机及其机组人员就一直就是航空事业的一部分。这不是将一种新技术引入航空家族的问题，而是承认航空的一个长期分支有权使用家族姓氏的问题。

那么，我们该如何做才能回到正轨？笔者主张，问题不在于电路系统——我们拥有这些硬件已有相当一段时间——问题出在我们的文化思维上。[9]“捕食者”初次在战斗中亮相是 1995 年，比“幽灵”B-2 轰炸机初次展现作战能力早两年，比“幽灵”与“捕食者”在前南斯拉夫上空比翼作战提前四年。[10] 空军 MQ-1 和 MQ-9 已经积累将近 150 万飞行小时，每年平均超过 350,000 小时，五年内就将超过 F-15 C/E 的当前 300 万小时的目标。[11] 根据《空军杂志》亚伦·彻奇（Aaron Church）的说法，“空军官员预测，两到三年内 RPA 飞行员数量将超过 F-16 飞行员”。[12] 尽管来自不同航空背景的重要高级领导人发声支持 RPA，在空军的大文化思维环境中，RPA 仍有待找到自我和自身位置。[13] RPA 作战界需要在能激发 RPA 创新文化的领导人带领之下，将这些能力融入天空、太空和网空力量的作战频谱之中。遥驾航空已不是什么新兴技术，RPA 部队不应该仍然在空军内艰难地寻找文化认可。

比格姆少校的文章正确地预测，空军所面临的 RPA 挑战不会是硬件的问题，而是那些使用硬件的人如何在空军内部找到自己位置的问题。硬件已经在这里：非对称战争的非对称需要造就了我们所知道的 RPA 部队，这支部队有新的《国防授权法案》保障，在可见的未来不会消亡。尽管空军领导层尽最大努力提升 RPA 部队的地位，但成效有限，对其贡献的认可在空军大文化环境中继续饱受争议。如果空军想迈向未来，就必须共同努力解决这种文化紧张局势，帮助引导 RPA 文化避免两种极端：一是“怨气冲天”，这种态度会阻挠与有人飞机的协同而无法形成合力，二是“低人一等”，这种态度将阻碍我们充分利用各种平台的功能。RPA 早已远远超

越了关于早期无人机担当“枯燥、危险和肮脏”任务的说法，我们认为空军技术文化视角将推动无人机有更长远发展，同时避免这种文化演变上的进退两难。[14]

我们认为，空天力量的深层思维趋势能够回答 RPA 文化演变的中心问题；进一步，我们在很大程度上可以将 RPA 文化架构的破碎成分归咎于对空军传统的技术观点的忽视。为此，我们需要引述三位伟大的空军领导人的观点，他们从不同角度对文化与技术之间的相互作用给出诠释。阿诺德上将指出，一项技术如要充分发挥自身潜力，必得发展自成一体的文化；埃尔伍德·克萨达中将认为，空军应将技术视为人的综合能动力的放大器；而约翰·博伊德上校则论述了我们对文化成员的定义是如何随时间而改变的。通过这些伟人的观点，我们预期人驾机平台和遥驾机平台在未来将会融为一体——在这样的一体化之中，空军战士将以一种全新水平的持久性和优势兵力对作战空间实施垂直支配。

阿诺德将军论天空意识：技术 = 人力 + 硬件

“这是一项重要的能力，但说真的，它不代表我们所在做的，也不代表我们是谁。”这句话似乎贴切地描述了空军目前的 RPA 和陆军 1920 年代的飞机的时代精神。“我们做什么”和“我们是谁”，这与在更大战略与文化框架内的能力发展努力密不可分。阿诺德将军指出，飞行员与飞机操作员之间差别巨大，即便这两个术语可能包含相同的一组动作。飞机操作员只是将飞机作为工具去完成一组任务；而对飞行员来说，飞机成为他们意志的延伸，使他们穿越新的领域。飞机操作员踏踏实实做好本职工作，自有其光荣意义；但飞行员则需把握技术及其领域中内在的种种可能性。正是胸怀这种天空意识，阿诺德将军将航空从一种战术支援能力提升到超然的战略层次。

麻省理工学院教授大卫·明德尔（David Mindell）将技术称作是与文化组件相匹配的物理组件：“所有技术，包括装甲板和炮塔底座，都是文化的一部分……技术的现实并不独立存在于文化意义之外。它们相互影响，以至于难分难解……两者共同构成了我们所称之的技术。”[15] 阿诺德将军的论断不是简单的空军“沙文主义”或者“技术狂”的热忱，而是对技术相融于文化的观察见解。[16] 在官僚层面，如果没有人呼吁，一种能力的发展就会停滞；在更深的身份认同层次，对战略未来的遐想常常植根于自身的经验。

空军研究所戴尔·海登博士（Dr. Dale Hayden）在描述天空意识时，是从作战领域而非工具来思考技术。[17] 当你将思路沉浸于作战领域，你便开始意识到其中所承载的种种可能性。共识之共必须对特定语境而言。天空意识是空军对天空的共识。在“捕食者”的第一年里，我们发现了解这个领域要比了解飞机本身要难得多。对有人飞机领域而言，太空是重要的——卫星通信和全球定位系统是飞机执行使命的关键保障。而对“捕食者”无人机而言，太空更成为我们领域的一部分，轨道和印迹都成为我们的现实考虑，而不仅仅是学术关切，因为我们意识到失去一个卫星链接就可能断开我们的控制电缆。进一步，网络空间逐渐进入我们的世界，服务器充当眼睛，我们用它搜寻其它飞机。与此同时，我们通过油门操纵杆解释引擎声音和振动的能力出现退化和萎缩。随着我们逐渐适应新的领域，我们的航空经验变得更加抽象——不是更好也不是更糟，而是变得不同，因为我们获得了新的共识。例如，在对 RPA 的共

识中,我们的共识是“要求”效果(而不是“命令”行为),我们通过多路传输器同时向多架飞机要求效果,要求能在不降低火力打击能力的前提下提高情报收集。

RPA 不仅仅是持久耐用的飞行摄影机,但是要想意识到这种技术蕴含的更多潜在能力,我们需要为这种技术树立专门的天空意识。1930 年代的一名步兵军官可能将飞机视作是一种机载火炮工具,但是飞行员所看到的是其摧毁敌后方纵深指挥中心的潜力。局外人可能会将“捕食者”视为一架需要两人操作的 80 节速的航空器,而浸润于 RPA 文化的飞行员则会思考这种无人机作为飞行汇聚节点的潜力,使情报界的资源与地面战术部队的需求在这个空中飞行节点上汇合交流。即使我们有了无人机硬件,我们也必须思考人的作用,思考由人培养出 RPA 文化。威尔伯·克里奇将军(Gen Wilbur Creech)极力提倡培养领导人,这种不遗余力对于以其名字命名的基地和承载着他的印记的整个空军而言,时时成为一种睿智的提醒。[18]

克萨达将军论指挥技术:能力观对比控制论

法国著名的飞行员诗人圣艾修伯里说,飞行员不是站在飞机之外 ,而是与飞机结伴踏入另一个世界。[19] 任何关于飞行员的概念必然包括人和机器。当前 RPA 讨论中的“人机对比”的辩论大多是人云亦云,未能捕捉住问题的要害。正确的辩论不应聚焦于人与机器之间的竞争,而应探讨两者之间的协作。克萨达将军在 1959 年就对这一问题提供了最佳解答:“油门操作员的日子已成过去,他正在变成真正的专业人员、成为复杂武器系统的经管人。”[20] 我们已经进入“弥漫能动力”取代“直接能动力”的世界,以自动化为动力放大器提升我们的能力。

于是我们想到关于抡锤大力士约翰·亨利的传说,他在修建铁路隧道中靠人工锤与蒸汽锤争先,这是一场残酷的竞赛,人战胜了机器,却付出了生命的代价。这则美国经典传说固有其深刻意义,大力士亨利使用的是铁锤——一种机器——将自己肌肉之力转换为敲打钢钎劈山修路之力。或有人不以为然,认为这则传说无非是旧机器与新机器追随者之争。其实我们应更看深一层,才能说到点子上,亨利的传奇铁锤是一台机器,它放大了人的能动力量,而蒸汽锤则减少了人在这个世界中的作用。

用这种区别看待外科医生和飞行员所面临的非常相似的困惑极为恰当。这些精英们耗尽精力财帛,训练出精湛的手工技艺和百科全书般的一丝不苟的记忆,蓦然间却发现计算机和机器人的问世削减了他们含辛茹苦学到手的技艺的价值。[21] 倘若手术刀医生与电脑工程师争斗,只能伤害医学事业,且无益于任一方。勇于开拓的外科医生不会固步自封,他们积极掌握新技术,有的通过数据链接扩向全球,向弱势群体提供服务,有的运用机器人对体内器官做微创手术。[22] 这些外科医生努力保持在技术前沿,变对其职业的威胁为动力而拓展自身能力。同理,飞行员如果害怕被下岗,最好的对策就是用技术放大镜来放大自身中真正不可替代的能力。如此一来,技术就不再是威胁,而是放大器,能够扩大我们人类独有的判断、推理和对战场的全局态势感知能力。

在特种作战中,第一道法则就是:人比硬件更重要。换言之,技术的存在使得人能够完成使命。有人对技术持这样的“能力”观:

机器是人类意志的放大器，使人类创造出更好的世界。[23] 人通过技术实施管辖，是以更好地掌控自身环境。另一种观点是，人类对操作硬件非常重要——人是更大的社会机械架构内的子系统。这种观点，也就是系统控制论，把人封入一个封闭的控制回路内，由这个控制回路按照设定参数调节系统的各种变量。[24] 于是我们看到，关于 RPA 未来的真正讨论，不是人对比机器，而是能力观对比控制论。

RPA 操作员面临的许多问题，是源自潜意识中的控制论观点。对 RPA 的需求在作战驱动下呈爆炸性增长，RPA 作战部队只能靠临时解决方案疲于应付，继而成为流程、程序，最终变成出版物。操作员人手远远不够，难以满足呈几何级增长的需求，精疲力竭，只求方便应对，人的能动主观性被消磨殆尽。在此情况下，最安全的办法就是更密切的监管，但是这种选择亦有后果。[25] 一旦这种依赖在部队中豢养成性，再难根除。

我们应寻求一种更可持续的解决方案，这就是采纳以人的能力为本的传统方法——给机组人员分配任务，给他们完成任务所需的所有资源。用能力观来看，机组成员在维护和支持人员协作下，将“他们的”飞机投入追捕威胁的战斗。控制论则相反，这种观点要求人员提供一组数据输入，进而产生一定的情监侦小时数。传统上，我们的部队过去一直采用基于能力的技术观点，可是，由于沉迷于（可能是幻觉性的）对平台向高层级指挥官提供的“到位”感，当前 RPA 结构的元素反映的是一种控制论观点。平台的巨大连接性是其最大的优势，但是如果我们不采取措施鼓励人员发挥主观能动性，它也可以成为其最大的弱点。

将“指挥权”回归给 RPA 飞机指挥官，将使他们能够利用整个情报机构体系的资源，更好地完成任务，更好地支持他们的战友。这意味着我们需要：(1) 训练 RPA 飞机指挥官熟悉大量相关资源，并将所有机载传感器交给他们控制；(2) 确保地面部队指挥官把作战过程、意图和对轻重缓急的思考传递给操作机组，而不是尝试亲自指挥传感器；(3) 保证空中指挥和控制尊重 RPA 飞机指挥官的独有权，就像尊重有人机指挥官一样。理想的情况是，在未来，飞机指挥官和地面部队指挥官一起开简报会，代表各自指挥系统所授予的权限，联合制定作战方案。

经验法则告诉我们：同级指挥官之间横向联络总是有益。指挥链中的纵向联络，如果不考虑保护战术人员的主观能动性，将危害不浅。换言之，绝不可让自己的联络超越自己的成熟度。大卫·德普图拉中将的不可分割 ISR 协同模型，通过让飞行员在传感器—射手循环中与分析员交流，为这一目标提供了拦截弹道。[26] 无论执行方式如何，RPA 必须自成一种空军文化，对技术采取基于能力的观点，从而确保操作机组人员发挥能动性，分散执行，对飞机飞行轨迹有一席发言权。

博伊德上校论破坏与创造：3.0 版飞行员

在其杰作《破坏与创造》中，博伊德上校将物理、认知和数学综合到分析引擎中，驱动他创造的“观察—确认—决策—行动”（OODA）循环。[27] 我们每次行动，都会改变世界；这样做后，我们必须按照现已改变的世界重塑自我定位。我们不断摧毁旧的框架，创建新的框架，以“改善我们独立行动的能力。”[28] 这对飞行员来说也是如此。当飞行员突然间出现在第一次世界大战的战壕上空时，

他们改变了战争的方式，但随着航空技术视野的开拓，他们也改变了自己。

我们可以将飞行员的核心身份表达为“从天空战斗的人”或者是“在三维空间作战的人”。[29] RPA 飞行员正属于此类别，可是若想将他们列入“飞行员”这个代表显赫身份的词汇中，一开始就在空军中引发文化碰撞。令人鼓舞的是，主导空军航空评级的文件即空军训令 11-401《航空管理》，最终采用了“RPA 飞行员”这个术语来定位指挥 RPA 的军官。[30] 将 RPA 传感器操作员纳入专业士官航空员这个崇高类别，同样是远见之举。一如以往，技术的进步迫使我们考虑身份的核心原则如何与充满可能的世界交会，并如何相应调整我们的定义。追踪飞行员一词的演变，可能会帮助我们把握眼前的问题。

博伊德上校的 OODA 循环提炼出了空中作战的性质。无论是 P-51 飞行员用机枪发射子弹，还是 F-15 飞行员优化雷达运用，最重要的是抢在对手之前进入他的传感器—射手循环。由于传感器和武器技术决定此解决方案的派生，我们对“飞行员”一词演变的考察将会触及机炮、导弹和网络等不同时代。伴随每一次演变，“飞行”的定义度变得更加宽泛，催生更大的能力，OODA 循环则变得更抽象，而飞行员“独立行动能力”更增强。

第一代飞机飞行员同时也是机炮射手，以自己的眼睛为主要传感器，同时得到地面雷达某种程度的支持。这时飞行员的主要武器依靠牛顿指引系统，以火炮、机枪和无制导炸弹混用，一切凭飞行员的空射技能，努力使无制导炸弹击中预定目标。P-51 是这个时期的典型代表。随着传感器技术的进步，超视距作战越来越受重视，这个时期的关键技能，是能够先于敌人获得以远程传感器锁定敌目标的解决方案。最典型的是 F-15A，驾驶这种飞机的第二代飞行员控制着更广泛的战场空间，使用电子和叫做“麻雀”和“响尾蛇”的半自主无人飞行武器清理空域。在这些火箭“无人机”的发射参数之中就设定飞机机动，形成了拥有 OODA 循环的更有效手段，比在天空用机枪扫射和打光子弹要有效得多。

1990 年代打赢战争的飞行员是在三维空间内作战，与 1940 年代打赢战争的飞行员作战方式非常不同。同样，2020 年代打赢战争的飞行员又将以不同于其前辈的新的不同方式在三维空间作战——从火力线和弧线武器交战区转为三维网络空间强度交战。对这些飞行员来说，OODA 循环在于夺取信息绝对优势，即抢先清除敌人的关键网络节点，从而断开其连通能力，然后 2020 年代的飞行员可以轻易地悉数摧毁敌方网络的剩余部分。

F-22 是具备惊人能力的飞机，恰恰是因为它采纳了第三代飞行员的概念。尽管 F-22 飞行员不需要在“蒸汽压力表”上花费很多时间，但是先进的传感器和两台“克雷”(Cray) 超级计算机的力量使这代飞行员远比他们的前辈更具杀伤力。[31] 这代飞行员有将其飞机置于战场焦点、并从焦点上实施垂直支配的决定性特征。[32] 用以色列空军长期规划部部长的说法：“飞行员工作与过去有很大不同……制胜关键是在敌人没有发现你之前早就发现敌人，为此，你需要的是数据战斗机，而不是空中格斗机。[33] 难怪以色列空军能够那么早就开始采用 RPA 技术。“捕食者”的初始设计者亚伯拉罕·卡莱姆（Abraham Karem）此前就曾担任以色利空军的首席设计师。[34]

本文认为 RPA 飞行员非常适合第三代飞行员的定义，因为他们与驾驶靠电脑和网络连通能力而增强战力的 C-17 及 F-22 飞行员，其实是表兄弟关系。[35]“捕食者”具备一天一夜的续航能力，使操作机组能够将此飞机悬置于对手组织结构的关键节点之上，无论这些节点是在移动中，还是原地不动。这款飞机采用高效率引擎和轻质结构，使操作机组能够超过对手的耐力，按照我方选定的时间和地点摧毁目标。精敏传感器和长航时能力，使飞机能够对地面形势形成自主感知。全球信息格栅将操作机组互联到各种机载资源及机外资源，运用这些资源严密监视下方，取得和维持对这片区域的绝对垂直支配。自动化系统和数据链并非“捕食者”所特有，F-22 采用的技术已经让它们相形见绌。使 RPA 游离于主流“飞行员身份”之外的因素，实际上是我们最近对“飞行员”重新定义中的各种共通性。

空军情监侦局首席飞行医官埃尔南多·奥尔特加上校（Col Hernando Ortega）是 RPA 人类因素方面的领军专家，他发明了“telewarfare”（电子远程化战争）（用希腊语 telos［远］和英语中的常见词 warfare［作战方式］拼合而成）这个词汇，来描述电子化作战的体验。[36] 他任期内最重要的贡献之一是：远程传感器时代的所有空中作战，都包括某种程度的电子化战争特征。物理距离的重要性已经不如认知距离——将坐标输入 GPS 制导炸弹与在高分辨率传感器上指挥激光制导炸弹相比，是一种更抽象的体验。在技术的一次更奇怪的拐弯中，早期低保真传感器曾使得武器的使用变得更为抽象；而先进的传感器使得这种行为的认知接近性质更加明显。与 B-17 轰炸机相比，带有先进瞄准吊舱的 B-1 与其武器效果的联系可能更加密切。在传感器介入的作战中，物理距离增加与认知距离减小并行发生，反映出第三代飞行员技术的另一共通性，有人机和无人机都一样。

将 RPA 操作员与 F-22 和 C-17 操作员一道纳入“飞行员”类别，不会冲淡这个不断变化的词汇，但会更新这个词汇的含义，是以反映出利用当今技术在三维空间作战的方式。真正接受这种想法需要对特权进行重新排序，那些认为目前局面对自己有利的人，很可能抵制这种重新排序。柯蒂斯·李梅将军以自己的职业生涯指明了一条超越这些争吵的高明之道。他最初担任战斗机飞行员，但是作为一小批具有领航资格的骨干空军飞行员之一，他在第二次世界大战前夕填补了急需的领航员角色。[37] 同样，空军的需求正是驱动 RPA 部队不断扩展的动力。定义应该为使命服务，而不是相反。“飞行员”在空军中是声望崇高的名称。让我们仿效李梅将军，不要让名称抓住我们，而让我们抓住名称，借其惯性之力使空军实现新的跃升。

结论：创造能保留所有品质的文化

我们的讨论从“蜂群”与“云团”开始，展现出空军融合有人机和无人机之精华，获得并保持对战场空间垂直控制权的空天力量战略视角。我们认为，实现这一未来的主要挑战不是技术，而是文化。博伊德上校通过描述战略与文化的紧密关系，闭合了他的循环圈：“我们必须……**消除**这些产生猜疑与不和的瑕疵、缺陷和矛盾……因为这些负面的东西会使我们彼此疏远，或者相互对立，从而瘫痪我们的能力，阻挠我们应对不确定和不断变化的世界……我们必须**强调**这些文化的传统，因为这些传统能够建立和谐与信任，从而创造内在的凝聚力，使我们能够……塑

造和适应这个世界的种种事件过程。”[38] 要了解如何构建能推动战略演变的文化空间，让我们重温几段历史，鉴古而知今。

1862 年，在纽约海军造船厂的码头，刚建成的“莫尼特”号战舰在当时看来根本不像一艘舰船。没有高大的桅杆和微风中鼓起的风帆，没有森森的舷侧大炮阵列，也没有装饰精美的船首斜桅，这艘铁甲战舰蹲坐着，与大众熟悉的纳尔逊海军中将的“胜利”号战舰毫无相同之处。自愿上战舰服役的水手们“被百般嘲笑……笑他们乘着坦克下大海。”[39] 一年后，在“汉普顿锚地海战”刚结束后，海军助理部长对船员说，“你们看上去不像是刚刚经历了有史以来一场最激烈的海战嘛。”[40] 在风帆动力时代，海战后的水手们“军装破碎，沾满血迹，面孔被炮火震得木讷呆滞。”但“莫尼特号”战舰上的水兵们经历激战而胜，脸上覆盖的只是煤灰和粉末。[41]

《白鲸》作家赫尔曼·梅尔维尔这样描述船上毫无感情的机械动力：“欢呼胜利而不喧嚣 / 至于荣耀……/ 战争之荣 / 逊于和平。”[42] 在评说弗吉尼亚州“阿波马托克斯法院”的荣耀时，他却没有提到此前不久发生在围困里士满、夺走大量生命的饥荒和疾病。[43] 当外表质朴的“莫尼特”号终于挡住南方军的“弗吉尼亚”号铁甲舰，而救出行将沉没的“明尼苏达”号的水手时，这些水手们感受更深的，无疑是幸存，而不会欣赏梅尔维尔关于战争荣耀的慨叹。只要能把事情做成，只要能完成使命，保证战友同胞安然回家同时不辱我们为之战斗的价值，就能铸就最崇高的荣誉。

又如查尔斯·凯尔斯少校（Maj Charles Kels）所言，战争的关键是取胜，而取胜之道就是迫使对手承担尽可能多的风险。[44] 作为一个军种，我们如能牢记这一点，就能打好战争。应否将 RPA 纳入空军文化的内圈，与英雄主义无涉，而只关乎是否认可作战效能。能够将有人平台与无人平台完美融合的空军，必将主宰天空（以及天空下的地面），但是要建立这样一支部队，我们必须拥有能理解这个等式两边因素的人。

为此目的，在空军中培养具有 RPA 意识的空军将士，将有助于揭示出空天力量对传统空军而言不显见的种种可能性。有人机作战界和无人机作战界之间应保持一定程度的交往和互动，以利双方。与任何团队协作一样，这些交往必须建立在相互尊重的基础上。为将此付诸行动，空军已经派一些完成首轮 RPA 飞行的年轻尉官接受后续的有人机飞行训练。接收这些飞行员的单位只要重视和认可这些学员的 RPA 经验，就能通过他们学到有关无人机平台如何支持有人机平台作战的大量信息。如我们做结构性思考，摒弃控制论过程思维而代之以基于能力的模型思维，将有助于鼓励 RPA 飞行员发挥主观能动性，从而改进其作战表现、作战效果，以及工作满意度。空军作为一个军种，需要适应和跟上飞行员这个称号的不断演变的内涵，使 RPA 飞行员名正言顺登入飞行殿堂，理直气壮书写飞行新篇章，把他们过去十多年来在伊拉克和阿富汗上空的辉煌作战经历写入空军的历史。

不过，军事文化的一个最重要的面向是自豪，这是一种不能移植的品质。它必须植根于分享共同价值观、成就、使命和宗旨的本地土壤。RPA 作战界必须自重自强，不可掉以轻心失去高度而对其它飞机造成危害，不可徒费数小时监视某个目标而对即将来临的目标打击行动毫不知晓，不可自毁其名而坐实外界对自己的负面假定。RPA 作战界的这种自重自强必须发自对自身使命的热爱和

激情，只有这样，才能名副其实回归作战中心地位。

“捕食者”或“收割者”飞行员享受不到加速度和加力起飞的刺激，或者在泥泞的临时短跑道上降落发动攻击的惊险，这一切都无法激励他们。能激励他们的，惟有一个念头，这就是，他们的行动正帮助火线上的战友，他们的武器正打败敌人，帮助保护自己同胞的安全。对所有空军战士而言，战斗是舞台的中心内容，但是对 RPA 飞行员来说，战斗是舞台上的全部。文化传递的自豪感来自对本职工作的热爱。RPA 组员几乎把自己所有飞行时间用在遥驾飞机于战区之内，作战必须成为 RPA 作战界生发自豪的深层土壤。那些坐在集装箱营房中日夜作战于屏幕前的空军将士，虽然不大可能成为《壮志凌云》那类电影中的主角，但基地组织正被他们日渐削弱，有关战绩不断充实着媒体的头版报道。当年“战略空军司令部是大王”的说法，提到了拍电影和创造历史。现在 RPA 正在创造历史。

上文提到的麻省理工学院明德尔教授描述了新技术被军事主流接受的机制，那就是必须打胜仗。[45] 这不能算是科学的方法，因为战斗从不会在受控的条件下发生，而且我们很少能收集到足够的数据点，以获得充分的有效统计。新技术能否被认可，不仅取决于该技术装备的优化程度，也同样取决于文化层面上的介绍；于是，对一场战斗的总结解说，与科学实验的回归输出结果同样重要。这样说自有其道理——无序无控的战斗熔炉是能力和资格的最严峻考验。在美国南北战争期间的“汉普顿锚地海战”中，“莫尼特”号和“梅里马克”号（即“弗吉尼亚”号）对决，而将蒸汽动力和铁甲船身的组合永久镌刻进美国海军的史册中。判断军事技术的绝对标准始终是以其拯救生命的能力来衡量。“莫尼特”号在汉普顿锚地从南方军铁甲舰的致命炮火中救出了北方军行将倾覆的木板舰上许多水手的性命，而在此之前，南方军的这艘铁甲舰已将北方军两艘木板护卫舰葬送海底。本文的讨论就是将判断的重心放在生命的价值上。“莫尼特”号的水手理应获得特别的敬重，因为他们救出了“明尼苏达”号木板舰上的人，至于“莫尼特”的铁甲之壁也保护了他们自己不受炮火威胁则无可厚非。

“伊拉克自由”行动中的反简易炸弹作战可以看作是“汉普顿锚地海战”的现代翻版。虽然全力参战的RPA机组成员并无生命危险，但是他们的行动提供了肢解简易炸弹团伙网络所必需的情监侦，大幅度降低了地面战友面临的威胁。[46] 正如《华盛顿邮报》记者里克·阿特金森（Rick Atkinson）在“爆炸中逃生”中所描述的，盟军指挥官意识到“如果你不去追踪炸弹团伙网络，你就无法使这班家伙束手，非治服他们不可。”[47] RPA 队伍和需求的成倍增长，就是发生在这场斗争之中，就是为了止住敌人的这股杀人势头。在与情报专业人员和特种部队的合作中，RPA 持续警惕的眼睛特别有助于发现和瓦解敌人的活动网络。[48] 固然有人说 RPA 操作员逍遥于风险之外，这种文化争议由他，事实是，地面部队面临的威胁促成了远程分工作战的构想，要求 RPA 机组成员在战区之外遥飞控制无人机。“捕食者”的凝视保护着地面的战友，连续数小时锁定目标不使逃脱；RPA 飞行的小时之多，只有从美国本土操作才能做到，若在无人机发射点操作，必定大打折扣。[49] 在“伊拉克自由”和“持久自由”行动中，地面部队面临的危险远比飞行员严重得多；因此，“捕食者”和“收割者”所拯救的生命几乎都是地面部队。认识到这一点，

应该有助于在讨论 RPA 文化时恢复理性和战友之情——这场讨论迄今为止严重缺乏的美德。

在过去十年中，RPA 飞行员无疑取得了战斗的胜利，达到了被纳入军事文化的标准。这个事实可通过敌人的话来证明，毕竟，敌人对战争也有投票权。在这场战争中，敌人的投票非常明确，本拉登自己就证实了 RPA 的效果。从他的院子里缴获的个人文件显示，此人“被无人机袭击搅得心烦意乱……基地组织损失惨重。”[50] 一位睿智的空天力量倡导者在描述胜利与被认可之间的联系时开玩笑地说，RPA 作战界应该学学米切尔将军，也去炸沉一艘“东弗里斯兰”号，当年的米切尔将军为展现飞机在国家安全中的作用与合法性，通过轰炸演示将此舰炸沉。[51] 要学这种演示很容易，我们随手就可挑出十数个价值更高于那艘战舰的“基地组织”目标。♣

注释:

1. “出栏”检查是飞机起飞进入危险领空之前进行的最后战斗检查。
2. Thomas A. Keaney and Eliot A. Cohen, Revolution in Warfare? Air Power in the Persian Gulf [战争革命？波斯湾的空中力量], (Annapolis, MD: Naval Institute Press, 1995), 94-95.
3. 具体来说，我们对技术与文化之间的关系持互构互动的因果观。在文化塑造技术的同时，技术也塑造文化，这种关系的演变取决于初始的条件。文化促进解决方案的开发结果，无论是作战准则、训练教程或者是物质成就。最具创意的新典型解决方案总是在批判思维、开放思想和跨学科文化环境中培育出来。因此，文化在能力之前。反过来，如果是技术能力创造文化，可用的解决方案的风险成倍增长，或者造成惯性的无限循环。我们并不是说，能力不会创造文化——虽然历史确是如此。然而，技术不会自动创造有价值的文化。有时候，能力会开放使用者的思维，培养出会复制高价值解决方案的文化。在这种情况下，RPA 作为一个负责生成“正确”文化的群体被接受，其本身象征着过去 80 年来有人和无人航空器的协作——或者更准确的说——无协作。
4. 这不是要贬低联合作战界在推动 RPA 发展上作出的巨大努力，但是此关系的性质超出了本文的讨论范围。我们提倡由空军领导，而不是提倡空军独占和排外。
5. Gene Bigham, “The Future of Drones: A Force of Manned and Unmanned Systems” [无人机的未来：一支有人与无人系统结合的部队], Air University Review, 29, no. 1 (November-December 1977): 51-52, 64, http://www.airpower.au.af.mil/airchronicles/aureview/1977/nov-dec/bigham.html.
6. Lawrence Spinetta, “The Rise of Unmanned Aircraft” [无人机的兴起], Aviation History, 21, no. 3 (January 2011): 30.
7. Thomas P. Ehrhard, Air Force UAV's: The Secret History [空军无人机秘史], (Arlington, VA: Mitchell Institute Press, July 2010), 34-37, http://www.dtic.mil/cgi-bin/GetTRDoc?Location=U2&doc=GetTRDoc.pdf&AD=ADA525674.
8. 布鲁金斯学会高级研究员 Peter W. Singer 对此思潮理解颇深。参看 Peter Singer: Drone Warfare [无人机战争], YouTube video, 22:49, March 2012, http://www.youtube.com/watch?v=gP3-TC3AMv8.
9. 在关于“无人机”的流行文化讨论中，最常见的误解之一就是无人机体现了“技术崇拜和迷恋”，错误地将其能动力作用归因于技术结构，这种错误观点没有抓住远程作战的本质（想一想无处不用的“战斧”巡航导弹和“机器人杀手”有什么两样）。在 1990 年代计算机和由 10 名以上飞行员、传感器操作员及分析员组成的网络之间，后者承担更多的因果关系分量。RPA 技术很大程度上是关于人的故事。
10. Walter J. Boyne, “How the Predator Grew Teeth” [捕食者牙齿是如何生成的], Air Force Magazine 92, no. 7 (July 2009): 42-45, http://www.airforcemag.com/MagazineArchive/Documents/2009/July%202009/0709Predator.pdf; 另参看“B-2 Spirit History” [B-2“幽灵”历史], Northrop Grumman, http://www.as.northropgrumman.com/americas_bomber/history.htm; 另参看“The B-2A Spirit: Kosovo and Beyond” [B-2A“幽灵”在科索沃及其他冲突中], Northrop Grumman Analysis Center, 16 February 2000, http://www.northropgrumman.com/AboutUs/AnalysisCenter/Documents/pdfs/B-2A-Spirit-Kosovo-and-Beyond.pdf.
11. 笔者与波音和通用原子航空系统公司 2012 年 5 月 29 日个人书信。

12. Aaron Church,“RPA Ramp Up”[RPA 在扩展], Air Force Magazine 94, no. 6 (June 2011): 60, http://www.airforcemag.com/MagazineArchive/Documents/2011/June%202011/0611RPA.pdf.

13. 这些高级领导人包括以下前空军参谋长：瑞安将军、詹珀将军、施瓦茨将军。参看注释 10“捕食者牙齿是如何生成的”。

14. P. W. Singer, Wired for War: The Robotics Revolution and Conflict in the 21st Century [联网战争：21 世纪的机器人革命与冲突], (New York: Penguin Press, 2009), 273.

15. David A. Mindell, Iron Coffin: War, Technology, and Experience aboard the USS Monitor [铁棺材：战争，技术和“莫尼特”号舰上经验], updated ed. (Baltimore: Johns Hopkins University Press, 2012), 15.

16. Maj Gen Charles J. Dunlap Jr.,“Air-Minded Considerations for Joint Counterinsurgency Doctrine”[以天空意识思考联合平叛作战准则], Air and Space Power Journal 21, no. 4 (Winter 2007): 63, 64, http://www.airpower.maxwell.af.mil/airchronicles/apj/apj07/win07/win07.pdf.

17. Dr. Dale L. Hayden,“Air-Mindedness”[天空意识], Air and Space Power Journal 22, no. 4 (Winter 2008): 44-45, http://www.airpower.maxwell.af.mil/airchronicles/apj/apj08/win08/win08.pdf. 有关 C-17 飞行员 Mark Jacobsen 对天空意识当代运用的真知灼见，参看“The Problem with Air-Mindedness”[天空意识相关问题], Building Peace, 19 February 2010, http://buildingpeace.net/2010/02/the-problem-with-air-mindedness.html.

18. Lt Col James C. Slife, Creech Blue: Gen Bill Creech and the Reformation of the Tactical Air Forces, 1978-1984 [克里奇的蓝天：克里奇将军与战术空军部队改革 1978-1984], (Maxwell AFB, AL: Air University Press in collaboration with the College of Aerospace Doctrine, Research and Education, 2004), http://www.dtic.mil/cgi-bin/GetTRDoc?AD=ADA431075&Location=U2&doc=GetTRDoc.pdf.

19. 安东尼·德·圣埃克苏佩里写道：“机器，乍看上去似乎是将人与自然的大问题隔离开的一种手段，实际上却让他们在其中牵扯得更深。对农民和飞行员都一样，黎明和黄昏互为后果。见 Antoine de Saint-Exupéry, Wind, Sand, and Stars: By Antoine de Saint Exupéry [风、沙与星星], trans. Lewis Galantière (New York: Reynal & Hitchcock, 1940), 20.

20. David A. Mindell, Digital Apollo: Human and Machine in Spaceflight [数字阿波罗：太空飞行中的人与机器], (Cambridge, MA: MIT Press, 2008), 40.

21. 例如，可参看 Herbert J. Rogove et al.,“Barriers to Telemedicine: Survey of Current Users in Acute Care Units”[远程医疗的障碍：对紧急护理病房当前用户的调查], Telemedicine and e-Health, 18, no. 1 (January/February 2012): 48-53.

22. Pamela Whitten and Frances Mair,“Telesurgery versus Telemedicine in Surgery—an Overview”[远程外科手术与手术中的远程医学 — 概况], Surgical Technology International, 12 (February 2004): 68-72.

23. Amartya Sen, Commodities and Capabilities [商品与能力], (Oxford, UK: Oxford University Press, 1999).

24. David A. Mindell, Between Human and Machine: Feedback, Control, and Computing before Cybernetics [人与机器：反馈、控制和控制论前的计算], (Baltimore: Johns Hopkins University Press, 2002). 控制论的范围远比此文描述的宽泛。本文使用该词来描述对人和机械构造之间关系的结构观点（与侧重于个人能动力作用的观点相反）。阿波罗项目趋向于技术的能力视角，使得机组成员具有能动性，能够与地面指挥员协作。这一点在阿波罗 13 的机组成员安全回收过程中，被证明非常重要。苏联太空计划趋向于控制论，将人员封闭在严格监管的行为参数范围内——例如，地面人员闭锁了尤里·加加林的航天器中的控制装置，以防未经授权的手动飞行。

25. 例如，可注意 Col J. R. Gear 文中提到的空军在空中作战巡逻需求监督中投入了多少领导精力及管理努力，参看 Col J. R. Gear,“USAF RPA Update: Looking to the Future”[美国空军 RPA 新趋势，着眼未来], 3 June 2011, slides 38, 39, 43, http://www.theresearchcorridor.com/sites/default/files/Col-JR-Gear.pdf.

26. Lt Gen David A. Deptula,“Think Different”[不同凡想], Armed Forces Journal, 148, no. 4 (November 2010): 20-39, http://www.armedforcesjournal.com/2010/11/4939123.

27. John R. Boyd,“Destruction and Creation”[毁灭与创造], 3 September 1976, http://www.goalsys.com/books/documents/DESTRUCTION_AND_CREATION.pdf.

28. 同上，第 2 页。

29. 有人可能会说，这个词描述的是一个“在空中”作战的人，但是这样做会将 B-17、P-47 和其它任何不以打击其它飞机为目的的飞机排除在外（轰炸机和攻击机是从空中向地面作战）。

30. Air Force Instruction, 11-401, Aviation Management [空军指令 11-401：航空管理], 10 December 2010 (certified current 9 January 2013), 90, http://static.e-publishing.af.mil/production/1/af_a3_5/publication/afi11-401/afi11-401.pdf.

31. “F/A-22 Common Integrated Processor”[F/A-22 通用集成处理器], Raytheon Corporation, accessed 5 June 2012, http://www.raytheon.com/capabilities/products/f22_cip/.

32. 克劳塞维茨使用“重点突破战术”来描述战场努力的关键点。Carl von Clausewitz, On War [战争论], ed. and trans. Michael Howard and Peter Paret (Princeton, NJ: Princeton University Press, 1989), 485.

33. Amir Mizroch,“Nano Drones, Ethical Algorithms: Inside Israel's Secret Plan for Its Future Air Force”[纳米无人机，伦理算法：以色列未来空军秘密计划内幕], WIRED, 11 May 2012, http://www.wired.com/dangerroom/2012/05/israel-secret-air-force-plan/.

34. Peter Finn,“Rise of the Drone: From Calif. Garage to Multibillion-Dollar Defense Industry”[无人机的兴起：从加州私家车库到万亿元国防工业], Washington Post, 23 December 2011, http://www.washingtonpost.com/national/national-security/rise-of-the-drone-from-calif-garage-to-multibillion-dollar-defense-industry/2011/12/22/gIQACG8UEP_story.html.

35. AC-130 H/U 和 AH-64 D 与捕食者 / 收割者无人机使用相同的持久空对地“传感器 - 射手”循环，因此从另一个意义上来说，它们互相的关系更密切。共同的传感器系统将这些平台联系在一起；它们都保存目标上空的驻站记录，而且都装有“狱火”导弹（尽管在 AC-130 上只是实验性安装 ）。然而，RPA 表现为强烈的自动化和电脑调节控制，致使这种平台与前者分离开来另作他用，其实自动化在五代机中更加明显。这种共性和使命相关，而和“飞行员”概念无关。事实上，我们拒绝“Drone”（无人机泛称）这个名称的原因之一是，它将自主化与机内有真人混淆起来——如果以处理器速度和算法的标准来评判，F-22 是比 MQ-1 更高级的“无人机”。

36. Col Hernando Ortega 与笔者 2012 年 2 月 6 月的个人通信。

37. Walter J. Boyne, "LeMay" [李梅将军], Air Force Magazine 81, no. 3 (March 1998): 63, http://www.airforcemag.com/MagazineArchive/Documents/1998/March%201998/0398lemay.pdf.

38. Frans P. B. Osinga, Science, Strategy and War: The Strategic Theory of John Boyd [科学、战略与战争：博伊德的战略理论], (London: Routledge, 2007), 216-17.

39. 见注释 15，第 48 页。

40. 见注释 15，第 1 页。

41. 见注释 15，第 2 页。

42. “A Utilitarian View of the Monitor's Fight”[以实用性看“莫尼特”号投战], 参看 Herman Melville, Battle-pieces and Aspects of the War [《战斗片段与战争面面观》文集], (Cambridge, MA: Da Capo Press, 1995), 61-62.

43. Jay Winik, April 1865: The Month That Saved America [1865 年 4 月：拯救美国的那一月], (New York: HarperCollins, 2001).

44. Maj Charles G. Kels,“Don't Deride Our Drone and Cyber Operators”[不要嘲笑我们的无人机和网空作战操作员], Hill's Congress Blog, 26 April 2013, http://thehill.com/blogs/congress-blog/homeland-security/296407-dont-deride-our-drone-and-cyber-operators.

45. 见注释 15，第 9, 18, 45 页。

46. 就是说，风险相当于“营地外”地面部队所面临的简易炸弹袭击和直接敌方火力。部署在作战前线的 RPA 发射 / 回收机组成员与其它“营地内”人员面临同样的剩余间接火力风险（后种风险要比前种风险成倍降低）。目前有人机的最大风险很可能是少量日常风险的积累，这些风险来自于正常航空力学，以及区域和全球意外恐怖袭击，两者都与 RPA 飞行员的果敢和英雄主义关联密切，RPA 机组成员也面临恐怖袭击的风险，惟不承担航空力学方面的风险。对风险与致命火力之间的关系，仅凭对“作战区域”的地理界定，已越来越不靠谱。在本文的讨论中，一个难题是，基于牺牲和危险的英雄主义，与表现为直接与敌交战随时有牺牲危险的那种作战正迅速脱离。由此来看，多年来在战区外飞行、只面临细小风险的有人机上的人员是英雄，不过不在战斗中。而使用致命火器的 RPA 机组成员在作战中，尽管取得非凡成就，却不是英雄。战区内攻击直升机的机组成员是英雄，也是在战斗中——而地面部队更是这样。深入探讨风险、致命火力、战斗和英雄主义之间不断变化的关系，已经超出了本文的范围。但有关 RPA 机组和有人飞机之间“因敌方火力引起风险比较”的更全面讨论，可参看《空天力量杂志》2012 年 7-8 月号第 149-60 页 Christian A. Senn 少校和 Dave Blair 少校写给编辑的信件 , http://www.airpower.au.af.mil/digital/pdf/articles/Jul-Aug-2012/RR-Senn.pdf.

47. Rick Atkinson, "'If You Don't Go after the Network, You're Never Going to Stop These Guys. Never' "[如果你不去追踪炸弹团伙网络，你就无法使这班家伙束手，非治不可], Washington Post, 3 October 2007, http://www.washingtonpost.com/wp-dyn/content/article/2007/10/02/AR2007100202366.html.

48. Michael T. Flynn, Rich Juergens, and Thomas L. Cantrell, "Employing ISR SOF Best Practices"[运用 ISR 特战部队的最佳做法], Joint Force Quarterly, 50 (3rd Quarter 2008): 56-61, http://www.ndu.edu/press/lib/pdf/jfq-50/JFQ-50.pdf.

49. David A. Deptula, "Unmanned Aircraft Systems: Taking Strategy to Task"[无人机系统：从战略到任务], Joint Force Quarterly 49, (2nd Quarter 2008): 50, http://www.dtic.mil/cgi-bin/GetTRDoc?AD=ADA516795.

50. Jordy Yager, "Brennan: Bin Laden Left Distraught by Drone Strikes, al Qaeda Losses"[本拉登"被无人机袭击搅得心烦意乱，基地组织损失惨重], Hill, 30 April 2012, http://thehill.com/blogs/defcon-hill/policy-and-strategy/224569-brennan-bin-laden-feared-drones-sought-to-rebrand-al-qaeda.

51. 有趣的是，仅 23 年后，无人机于 1944 年 7 月 30 日将"叶月山丸"船身打出许多洞孔，而有人机却一直逗留在目标船的七英里之外 . 参看 James J. Hall, American Kamikaze [美式神风敢死队], (Titusville, FL: J. Bryant, 1984), 163-68.

戴维・布莱尔，美国空军少校（Maj Dave Blair, USAF），空军军官学院毕业，哈佛大学肯尼迪政府管理学院公共政策学硕士，目前在乔治城大学攻读国际关系学博士学位。他曾任 MQ-1B 遥驾飞机教官和 AC-130U 飞行员，在第 3 特种作战中队担任助理作战官和计划负责人。此后作为空军特种作战指挥部成员，轮驻过伊拉克和阿富汗及其他新现威胁战线，也在美国本土参加遥控作战行动。布莱尔少校为《空天力量杂志》、《小型战争杂志》和国防部多层次战略评估办公室撰写过有关遥驾飞机文化、反恐怖主义、威慑、网空安全、及跨国犯罪组织的文章。

尼克・赫尔姆斯，美国空军上尉（Captain Nick Helms, USAF），空军军官学院毕业，空军试飞员学院理科硕士，现任加州 Gray Butte 机场空军寿命周期管理中心 3 分队首席试飞员兼助理作战主任，负责中空遥驾飞机能力的测试与评估。此前他曾在第 34 战斗机中队飞行过 F-16 战机，担任过第 42 攻击机中队飞行指挥官，操纵 MQ-9 遥驾飞机。上尉是中队指挥官学院和空军试飞员学院的优秀毕业生。