

加强电子战教育和训练, 保卫美国卫星

Defending Our Satellites: The Need for Electronic Warfare Education and Training

E·林肯·博纳, 美国空军中校 (Lt Col E. Lincoln Bonner, USAF)

美军凭借太空能力的强大支撑, 对任何潜在对手都占据明显优势。也因为如此, 空军太空司令部必须保持一支能在当前和未来的抗衡环境中保护和捍卫美国太空优势的太空部队, 这是我空军建设的一项首要任务。为在抗衡环境中打赢明天的战争, 太空司令部需要加大培养空军太空战士的力度, 尤其要重视改进和扩大电子战应用方面的教育和训练, 掌握保卫美国卫星和改进卫星生存能力的技能。

本文首先解说为什么提高太空系统的生存性对于美军作战至关重要, 然后探讨和比较电子战在天空领域和太空领域中的作用及其异同, 来证明电子战力量对于成功开展防御性太空控制作战不可或缺。进一步, 本文分析太空部队中电子战教育和训练的目前状况, 最后提出改进建议, 提请空军太空领导人加强对太空电子战备制胜的重视, 是以捍卫美国的太空优势。

太空系统生存性对美军作战优势的重要作用

美军凭借对太空能力的运用, 获得制服潜在敌人的强大不对称优势。当前我军卫星提供的一些优势, 在作用上类似于第一次世界大战期间靠飞机提供的侦察优势: (1) 就敌人发起攻击发出预警以挫败攻击; (2) 为我军提供精确打击指示。¹ 卫星

GPS = 全球定位系统
IADS = 一体化防空系统
SEAD = 压制敌防空
SOSI = 太空物体监视和识别

还有更多的优势, 例如能提供超地平线通信, 其速度、流量、机动性等, 均非受制于地形的传统通信方式所能相比。

美军保持军事主动, 始终抢在敌人之前有效实施观察—定向—决策—行动循环, 这种能力主要依靠太空提供的保障。我们的情报卫星远在地平线之外就能看清敌人的举动, 充分提前预警, 使我军做出有效应对和反击, 挫败敌人的种种图谋。太空平台的这种保障和一战中飞机侦察的贡献有相似之处。但是太空情报监视能力进一步拓展了一战中空中侦察所提供的优势, 不仅保证了更多的反应时间, 而且提供充分预警, 使我军占据主动, 迫使敌人按照我军选定的时间、地点和条件进行作战。

卫星不仅用于侦察, 还保障我军实施精确打击, 以更少部队和平台集中火力有效打击敌人, 我军大量使用精确制导弹药, 主要依靠全球定位系统 (GPS) 卫星提供数据。例如, 在 1991 年的“沙漠风暴”行动中, 我军为驱逐伊拉克解放科威特发动了空中战役, 出动 1,207 架攻击机, 发射的弹药中约有 4% 是激光指示的精确弹药, 当时 GPS 制导的弹药还未投入作战。² 到了 2003 年的“伊拉克自由”行动, 我军在空中战役中出动了 772 架攻击机, 比第一次海湾战争减少 36%, 发射的弹药中有 68% 是精确制导型, 而且主要是 GPS 制导型。³ 更新式的弹药武器, 例如小直径炸弹等, 还具备爆炸半径相对较小的特点, 以减少附带毁伤, 如果没有 GPS 或其他指示源提供精确制导数据, 在许多情况下

就难以发挥战斗效用。美军陆海空诸军种都要紧密依靠 GPS 提供导航信息, 来开展精确打击行动。即使现代的空中侦察平台, 虽能提供和卫星侦察手段相近的军事优势, 但也要依靠太空能力才能实现。

遥控飞机, 如 MQ-9 “收割者” 和 RQ-4 “全球鹰”, 现今承担着大部分空中侦察任务, 在执行任务中需要依靠 GPS 导航和指引, 并通过保密卫星通信传送数据, 这些太空通信平台提供指挥控制和任务数据中继服务, 确保千万里之外的地面站及时处理、筛选和分发情报。

潜在的敌人与我军作战, 无法占据主动, 难以开展精确打击, 也根本比不上我军的全球到达范围和规模。而我军享有的这些作战优势, 主要就是来自基于太空的侦察、精确导航和报时, 以及通信能力。有鉴于此, 空军太空领导人的首要任务, 就是在抗衡环境中有效开展防御性太空控制, 改善太空系统生存性, 通过充分运用这片终极高地, 确保我军长久保持作战优势。

电子战对飞机生存性的重要作用

空军从空中战斗中迅速认识到, 在抗衡环境中欲求生存, 必须依靠电子战能力, 夺取制电磁权。在雷达问世之前, 改进轰炸机生存性的主要手段, 就是装备多台发动机, 以提高飞行速度和高度, 使防空炮火鞭长莫及, 使速度较慢、高度较低的单发战斗机追不上。但是在二战中, 纳粹德国空军梅塞-109 单发战斗机沉重消耗了盟军轰炸机部队, 显示轰炸机仅凭速度和高度, 已经不足以保证生存性。

在二战之前, 雷达尚未问世, 因此无法充分提前发出预警, 战斗机难以及时升空控

截来袭的轰炸机, 让轰炸机屡屡得手并全身而退。雷达技术的出现改变了这种状况, 实现了早期预警并提供精确信息 (例如, 空袭机群架数、高度、速度、方向等), 为己方防空体系发挥作用提供了保障。在不列颠之战中, 英国战斗机司令部借助 “链家” 雷达系统提供的预警, 加上装备梅林发动机的 “喷火” 战斗机的速度和高度, 终于夺得空中优势, 挫败了德国轰炸机的狂轰滥炸, 而赢得这场攻防战的胜利。

不列颠之战, 让盟军深切体会到雷达对有效抗击来犯敌机的关键作用, 在此基础上, 他们进一步认识到轰炸机光凭速度和高度, 已经无法躲避凭借雷达指引的战斗机。那么, 要想维持轰炸机的生存, 就只能首先削弱或者摧毁对方防空体系所依赖的雷达, 使之无法提供预警和其他情报。有了这样的认知, 盟军空军部队开始大力协作开发电子战能力。在 1940 年, 即紧随不列颠之战之后, 盟军启动了一项跨越数年的情报作战行动, 全力搜集有关德国防空雷达和通信的任何信息, 以期研发出电子战系统, 来削弱或彻底破坏德国的一体化防空体系, 从而提高盟军的轰炸机生存率。⁴ 这场情报战经过两年多时间才取得成果。⁵ 与此同时, 美国轰炸机部队转而采用编队战术, 希望运用轰炸机队的自卫机炮, 形成集中火力, 阻挡敌人的截击战斗机, 掩护同伴突围。然而, 盟军 1943 年对施韦因富特的空袭失利, 此役中盟军轰炸机损失率高达 25%, 表明目前的轰炸机编队进攻策略效果不彰, 对轰炸机的保护必须采用新策略。⁶ 幸而, 在这关键时刻, 电子战技术研发获得突破。

盟军提高飞机生存性的新策略, 是采纳了包括播撒金属箔片及装备机载干扰器的电子战能力, 再加上远程战斗机护航, 三者并举,

力压德国防空系统。在 1943 年 7 月, 盟军轰炸机首次播撒金属箔片, 这些薄铝丝条在敌人的雷达扫描屏上造成一片凌乱。⁷ 金属箔片战术削弱了德国地面控制截击雷达的功能, 使之无法有效指引纳粹空军战斗机攻击来袭的轰炸机。⁸ 除了金属箔片之外, 盟军飞机上还采用了电子干扰器, 进一步削弱了德国的防空能力, 其中“机载雪茄”专门干扰纳粹空军夜间战斗机上的“明钻”(Lichtenstein) 雷达, 使之无法在夜间有效地拦截盟军轰炸机。⁹ “窗口”和“机载雪茄”等为盟军带来的电子战优势, 在 1943 年的汉堡大轰炸中充分显示, 英国轰炸机的折损率比先前平均损失率降低了一半。¹⁰

电子战对飞机生存性的重大作用, 空军铭记于心, 此后逐步开发出隐形飞机和空射微型诱饵机之类的现代干扰系统, 以及高速反辐射导弹等, 来压制和削弱敌防空网中发挥核心作用的雷达系统, 盲其目而丧其攻击能力。

遗憾的是, 这些有关飞机生存性的经验教训, 以及电子战的重要性, 看来没有引起我空军太空作战界的重视。卫星凭借轨道高度和速度所获得的初期生存性, 原本可能很快就被新兴技术所破, 但这段军事演进似乎姗姗来迟。在太空能力发展的早期阶段, 美苏两国作为互相对立的两大强权, 就外太空问题达成国际协议, 规定外太空属于国际公域, 超越任何主权领空, 可以无限制任意飞越。¹¹ 在这份冷战协定保护下, 太空得以留存为一片无硝烟的净土, 达 60 多年。但这也约束了空军太空战士的发展, 使他们一直处于类似于一战前夕的空中斗士的那种状态, 只关注影响飞机基本安全飞行的系统故障, 而不去思考如何提升飞机面对敌人攻击的生存性。既然在过去 60 年中, 太空中没有实质

性的攻击威胁, 那么顺理成章, 空军也就很少关注如何改进太空系统的生存性。

但是眼下形势已经不同于冷战期间的状态, 太空协定下的这片净土正在迅速消失。例如, 中国在 2007 年和 2014 年两次成功进行了反卫星导弹发射试验。¹² 并且, 各种反卫星电子干扰手段已经唾手可得, 这些技术可以削弱 GPS 的精确导航, 并破坏通信卫星运作。¹³ 更重要的是, 一些国家看到了美国在太空领域的不对称优势, 便极力推行专门的军事战略, 企图剥夺美国的这项优势。例如, 中国军事文献“强调‘摧毁、破坏、干扰敌人侦察……和通信卫星’的必要性。”¹⁴

幸而, 防太空网络和防天空网络有许多相似之处, 我空军在改进太空系统生存性的努力中, 可以参照防空情境——这就是, 敌人努力借助雷达的电子监视和侦察能力, 来发现、跟踪和攻击美国的卫星。防太空系统和防天空系统一样, 都要把传感器和射手武器能力结合起来, 才能形成最有效的防御网络。在天空领域, 由传感器和射手武器结合的体系成为一体化防空系统 (IADS), 作为符合逻辑的下一步, 我们的潜在敌人必定会把这个作战概念延伸到太空领域, 以期消解我军在太空高地的优势。

IADS 是由若干部分组成的系统, 能够发现、跟踪和攻击敌机, 完成一个击杀链。首先, 位于多处的早期预警雷达发现敌机, 提供来犯飞机的航行速度、方向和高度信息。多方雷达信息融合归纳起来, 传送给跟踪和交战雷达。跟踪雷达更加精确, 利用早期预警雷达初步数据为起点来执行紧盯跟踪, 并进一步修正敌机的速度、方向和高度信息。一旦被跟踪的敌机进入射手武器的击杀圈内, 防卫方就可以发射防空导弹, 这些导弹由内置

的雷达或光电传感器进行末端制导。只有在完成以上所有步骤的情况下，才能成功摧毁目标敌机。请注意，此防空交战过程中包含发现—跟踪—攻击各环节形成的击杀链，其中每一个环节都要依靠有效的电子监视，无论是光电手段还是雷达手段。美国空军之所以能在敌人的 IADS 环境中生存，很大程度上就是因为我们的飞机凭借隐形、火力打击，以及致盲或欺骗敌 IADS 电子传感系统的电子干扰手段，有效地压制敌防空(SEAD)系统。

自二战以来，美军的 SEAD 能力不断提升，从最初空中播撒铝金属箔条开始，发展到现在的空射微型诱饵机 (MALD) 和 MALD-J 系统。¹⁵ 进一步，美军还发展了火力打击手段，直接威胁摧毁和压制敌人的防空系统，这种打击手段把电子锁定敌雷达技术和高速导弹技术相结合，形成高速反辐射导弹及其相伴的目标锁定系统。¹⁶ 除了 SEAD 干扰和火力打击之外，自我保护干扰技术也是整个电子战系统体系的一部分，同样有助于改进我军飞机的生存性。空军的这些系统，包括 ALE-50 拖拽诱饵机和大型飞机红外对抗手段，都是为了削弱来袭导弹内置寻的器中的末端制导雷达和光电传感器的作用。¹⁷ 从二战至今，飞机一直依靠电子战优势，才能在抗衡环境中求得生存。而美国目前面对的充满抗衡的太空环境，同样必须依靠这种优势。

电子战对太空系统生存性的重要作用

和一体化防空系统一样，我们的敌人在构建有效的防太空网时，必定要依靠雷达和光电传感器的电子监视功能，来发现、跟踪和攻击对手的航天器。有多个国家已经部署了由传感器、太空物体监视和识别 (SOSI) 雷达，以及太空望远镜组成的防太空网络，

以持续发现和跟踪在地球轨道上运行的卫星和各种碎片。俄罗斯、中国和美国，各自都拥有能发现和跟踪航天器的 SOSI 传感器网络。美国空军为保卫美国卫星，可能可行的做法就是对敌防太空能力实施压制，亦即“通过欺骗、拒阻、干扰、削弱和 / 或摧毁手段，瘫痪或损毁敌人的进攻性防太空系统。”¹⁸ 就像 SEAD 能力那样，我空军如果想通过压制敌防太空能力保护美国卫星，就必须依靠电子战能力，运用电子战干扰和打击敌人防太空网络中的各种 SOSI 传感器。目前，大多数 SOSI 传感器都是体积较大且无法机动的固定设施，通常不需要运用战术系统来进行电子识别和锁定——像高速反辐射导弹的锁定系统那样。但是可以想见，SOSI 传感器将逐步小型化和机动化，一如 IADS 传感器的与时俱进过程。随着这样的技术演进，成功运用电子战来发现和干扰移动式 SOSI 系统及其相伴的防太空打击阵列，藉以压制敌防太空能力，也将越来越重要，并且越来越困难。

但是，压制敌防太空系统的努力本身，还不足以保护美国的卫星。航天器的生存性和飞机的生存性一样，还将取决于体系对抗能力，即把压制敌人的能力和自我保护电子干扰能力，或许还有隐形能力等，有机结合起来，才能在交战中打败敌人的防太空系统。诱饵机和诸如 ALE-50 及大型红外对抗手段等反制系统，都将是必要的手段，用于瓦解来袭反卫星导弹的末端制导传感器，使敌人防太空阵列中还未被彻底压制的部分无法打击我方的卫星。进一步，也和飞机一样，虽然卫星隐形技术在理论上可以大幅度改善自身的生存性，但是，卫星必须通过热管理和巨大的太阳能电池板提供动力来维持基本运作，目前的技术水平尚不可能制造真正的隐形卫星。

美国卫星不仅面临反卫星导弹威胁, 还需应对其他形式的攻击, 如网空攻击、对太空系统地面组成部分的火力打击, 以及对上行指挥链路和 / 或下行数据链路的干扰, 相较而言, 这些攻击基本无碍于有人驾驶飞机。而卫星, 事实上就是一个在太空中飞行的高科技机器人或无人机, 这个事实本身也是其软肋。幸而我空军太空司令部非常重视建设网空防御力量。整个空军, 以及作为国防部直属美国网空司令部属下空军组成部队的空军太空司令部第二十四空军, 都在大力招募、教育和训练网空战士, 争取快速建设一支具备专业知识和经验的空军网战部队, 保卫我空军资产对抗敌网空攻击。空军太空作战部队也需要了解网空攻击对其太空系统的威胁, 但在网空防御作战中, 他们以受援为主。因此, 太空战士目前对网战不需要有很深刻的了解, 正如陆军部队对空中作战不需要有深刻了解一样, 因为在作战中陆军通常是受援方, 他们需要知道的, 主要是空中作战能为他们带来哪些作战效能。太空战士与网空作战的关系也是如此, 他们只需要获得和熟悉网战的基本知识。既然如此, 为他们设置相当于本科层次 200/300 级太空训练和太空基础知识的共同课即可。但是, 在电子战方面, 太空战士必须具备远更高深的知识, 因为他们将直接参与电子作战, 保卫自己的太空资产。

卫星由地面控制, 地面人员通过上行电子链路向卫星发送指令, 如果指挥链路被电子攻击破坏, 卫星就会立刻或者逐渐失效。进一步, 由于卫星的主要价值在于从高空有利位置收集信息和进行通信, 并且通信是由无线电子下行链路传送到地面, 那么, 一旦敌人电子攻击破坏下行链路, 就意味着立刻将卫星逐出战斗序列。例如, 敌人运用干扰手段针对 GPS 卫星的下行链路成功发动攻

击, 就能阻止用户接收精确和有用的卫星导航和报时信息。但是, 如果我们有效运用电子支援能力, 发现和锁定敌干扰器的地理位置, 就能采用可调的、实时的变频和过滤实施摧毁、避让或瘫痪, 或以提高发射器功率等其他电子保护战术来挫败敌人。显然, 掌握电子战技能, 是击败敌人对我太空系统链路的干扰攻击的核心要求。

和飞机的生存性一样, 卫星的生存性将取决于我们能否在电子战中占据优势。为确保太空系统在抗衡环境中生存, 太空战士需要全面掌握和运用电子战系统体系作战能力, 其构成部分包括: 电子干扰和电子反制手段, 用于削弱和击败敌人的 SOSI 系统及其反卫星武器的末端制导传感器; 电子支援装备, 用于确定和锁定敌链路干扰器的地理位置和特征印迹进而加以摧毁或瘫痪, 以及电子保护能力, 用于加强己方卫星防护以击败敌电子攻击。美国如果想在抗衡的太空环境中保卫自己的天基资产, 首要的关键, 就是在相关的电子战中夺得优势。但是, 尽管电子战对于保卫我方太空控制运作至关重要, 太空战士总体而言没有获得有关电子战的基本知识训练, 即使有, 也只是肤浅的入门知识, 或者是高度专门化的防链路干扰训练, 而没有学会如何打断敌人的防太空能力击杀链, 尤其是其中的重心——雷达。

结语和建议

幸而, 我太空战士在电子战教育和训练方面的缺口, 可以方便地弥合。我们可以采纳几个措施, 解决太空部队电子战技能不足的问题。首先, 对高级太空作战学校目前教授的初级电子战课程, 可以加以扩展, 更多地介绍电子战相关的雷达和光电 / 红外传感器知识, 因为此两者是潜在敌人防太空系统

击杀链的关键部分。另一个可选解决方案是，把这门初级电子战课程纳入本科太空训练教程中，确保所有太空战士都获得有关电子战的基础知识，然后他们可以在此基础上发展有效的防御性太空控制能力，和战术/战技/战规。第三，如何对敌人电子攻击做出响应，应该成为太空战士初始武器系统资格认证训练的一个重要内容，也是其后定期复习训练和演练的重要内容。最后，也许是最重要的，空军太空司令部应该考虑培养一支太空电子战军官队伍，他们应该参加空军为评级作战系统军官和电子战军官所安排的初始训练中相关部分的训练。组成这支队伍的人员，应该以太空武器军官为主，接受培训的最佳时

间，应该是在即将参加太空武器教官课程之前。这支太空电子战军官队伍的建设，应着眼于长期，最终，太空电子战军官应该构成太空作战职业领域的大部分，甚至全部。

太空战士的教育和训练，历史上主要围绕执行常规航天器飞行和卫星故障紧急应对程序。但是美国空军现在面对的是高风险抗衡太空环境，因此，策划和实施电子战，绝对对应成为太空作战中与传统的飞行安全任务同等重要的核心能力。如果空军的太空领导人和全体太空战士没有做好投入并打赢电子战的准备，美军依靠太空而获取的巨大作战优势，将岌岌可危。★

注释：

1. Lee Kennett, *The First Air War: 1914-1918* [1914-1918年第一次空中战争], (New York: Free Press, 1991), 220.
2. Thomas A. Keaney and Eliot A. Cohen, *Gulf War Air Power Survey Summary Report* [海湾战争空中力量运用调研总结报告], (Washington, DC: Office of the Secretary of the Air Force, 1993), 199; 另参看 Carl Conetta, *Project on Defense Alternatives Briefing Memo no. 30, subject: Catastrophic Interdiction: Air Power and the Collapse of the Iraqi Field Army in the 2003 War* [几种防御选择方案项目汇报备忘录 30号: 2003年战争中空中力量的空地拦截对伊拉克陆军野战部队的毁灭性打击], 26 September 2003, 2, <http://www.comw.org/pda/fulltext/0309bm30.pdf>.
3. Lt Gen T. Michael Moseley, *Operation IRAQI FREEDOM—By the Numbers* [用数字解说伊拉克自由作战行动], (Shaw AFB, SC: USCENTAF, 30 April 2003), 6, 11, <http://www.afhso.af.mil/shared/media/document/AFD-130613-025.pdf>.
4. Alfred Price, *Instruments of Darkness: The History of Electronic Warfare* [黑暗的手段: 电子战历史], new expanded and updated ed. (London: Macdonald and Jane's, 1977), 77.
5. 同上, 81-86, 93-95.
6. Maj Greg A. Grabow, "Schweinfurt Raids and the Pause in Daylight Strategic Bombing" [施韦因富特空袭与白昼战略轰炸的暂停], (master's thesis, US Army Command and General Staff College, 2008), 56.
7. 同注 4, 第 163 页。
8. 同注 4, 第 164 页。
9. Randall T. Wakelam, *The Science of Bombing: Operational Research in RAF Bomber Command* [轰炸的科学: 对英国皇家空军轰炸机司令部的作战研究], (Toronto: University of Toronto Press, 2009), 155.
10. 同上, 第 139 页; 另参看注 4, 第 151-60 页。
11. *Treaty on Principles Governing the Activities of States in the Exploration and Use of Outer Space, Including the Moon and Other Celestial Bodies* [关于各国探索和利用外层空间包括月球和其他天体活动所应遵守原则的条约], (signed at Washington, London, Moscow, 27 January 1967), Art. II, US Department of State, <http://www.state.gov/t/isn/5181.htm>.
12. Colin Clark, "Chinese ASAT Test Was 'Successful': Lt. Gen. Raymond" [雷蒙德中将称中国反卫星试验取得成功], *BreakingDefense*, 14 April 2015, <http://breakingdefense.com/2015/04/chinese-asat-test-was-successful-lt-gen-raymond/>; 另参看 Leonard David, "China's Anti-satellite Test: Worrisome Debris Cloud Circles Earth" [中国反卫星试验: 碎片云包围地球]

- 引发忧虑], Space.com, 2 February 2007, <http://www.space.com/3415-china-anti-satellite-test-worrisome-debris-cloud-circles-earth.html>.
13. Maj Brian Garino and Maj Jane Gibson, "Space System Threats" [太空系统威胁], in AU-18, Space Primer, prepared by Air Command and Staff College Space Research Electives Seminars (Maxwell AFB, AL: Air University Press, 2009), 276, <http://aupress.maxwell.af.mil/digital/pdf/book/AU-18.pdf>; 另参看 Maj Dewitt Morgan III, "Space Power: A Critical Strength . . . and a Critical Vulnerability of the US Military" [太空力量: 美军的关键实力...同时也是致命弱点], research report (Newport, RI: Naval War College, 10 May 2007), 11.
 14. Office of the Secretary of Defense, Annual Report to Congress: Military and Security Developments Involving the People's Republic of China 2015 [中国 2015 年军事和安全发展报告], (Washington, DC: Office of the Secretary of Defense, 7 April 2015), 14-15, http://www.defense.gov/Portals/1/Documents/pubs/2015_China_Military_Power_Report.pdf.
 15. "Miniature Air Launched Decoy (MALD)" [空射微型诱饵机], Raytheon, <http://www.raytheon.com/capabilities/products/mald/>.
 16. "High Speed Anti-radiation Missile Targeting System" [高速反辐射导弹锁定目标系统], US Air Force, 18 October 2007, <http://www.af.mil/AboutUs/FactSheets/Display/tabid/224/Article/104602/high-speed-anti-radiation-missile-targeting-system.aspx>.
 17. "B-1B Lancer" [B-1B 枪骑兵轰炸机], US Air Force, 29 September 2015, <http://www.af.mil/AboutUs/FactSheets/Display/tabid/224/Article/104500/b-1b-lancer.aspx>; 另参看 Capt Lauri Turpin, "Large Aircraft Infrared Countermeasures—LAIRCM" [大型飞机红外对抗手段 LAIRCM], Pope Field, 2 May 2009, <http://www.pope.afrc.af.mil/news/story.asp?id=123147362>.
 18. Curtis E. LeMay Center for Doctrine Development and Education, "Defensive Space Control," in "Annex 3-14, Space Operations" [太空作战附件 3-14: 防御性太空控制], 19 June 2012, [4], <https://www.doctrine.af.mil/download.jsp?filename=3-14-D34-SPACE-OPS-DSC.pdf>.



E·林肯·博纳, 美国空军中校 (Lt Col E. Lincoln Bonner, USAF), 现任科罗拉多州空天防御设施某太空作战中队指挥官。他也曾担任空军总部空中力量战略官, 以及实施天基导弹预警的太空作战官和飞行测试工程师。他毕业于麻省理工学院、美国空军试飞员学院, 空军指挥参谋学院, 及空天力量高级研究学院。他持有空天工程学士和硕士学位, 目前为空军大学军事战略哲学博士候选人。