



# 二十一世纪最优秀的近距离空中支援飞机

## The Best Aircraft for Close Air Support in the Twenty-First Century

喀迈尔·卡乌什, 美国空军少校 (Maj Kamal J. Kaaoush, USAF)

### 引言和背景

在向参议院国防拨款听证会提交的报告中,有感于自动削减预算开支的国会决定,现任空军部长黛博拉·李·詹姆斯描绘了一幅非常暗淡的前景。她说:“今天,我空军处于1947年成军以来的最小规模,却承受着简直要冲破屋顶的巨大要求压力。”<sup>1</sup>由于整个政府预算吃紧,空军被迫要对人员规模和飞机数量做出战略调整,以满足战术层次的战备要求为目标。2013年,面对120亿美元的预算削减,空军裁减了飞机总量的近10%和25,000名人员,迫使飞行中队和整体作战能力下降。<sup>2</sup>但是自动削减开支政策预计将持续到2023年,目前没有迹象显示预算会很快恢复到原位,这致使空军高层需要继续做出艰难的决定。<sup>3</sup>

很多军事专家提议淘汰不太重要的“任务集”,让老龄飞机退役,以多用途战机取代单一效用的战机。<sup>4</sup>为使预算资金应对各方面不断高涨的需要,空军首先挑出的第一款淘汰飞机是A-10“雷电”,这款攻击机专用于空地打击,擅长投掷各种弹药,提供近距离空中支援(CAS),为我地面部队作战提供保护。刚卸任的空军参谋长马克·威尔士上

CAS = 近距离空中支援  
CPFH = 每飞行小时成本  
RPA = 遥驾飞机  
ISR = 情报 / 监视 / 侦察

将强调,裁掉A-10可能节省42亿美元的运作和维护费用,并把节省下来的资

金投入到多用途飞机上,例如“不仅能执行CAS,而且能在高端作战中生存”的F-35。<sup>5</sup>他的看法是,F-35不仅在CAS作战方面具有同A-10一样的能力,而且能提供更多的优势,如作战时间更短、隐身突防,以及速度更快。

在战场上,CAS继续是一项关键使命。此外,在现代平叛作战中,需要对敌军进行精确打击,保护地面己方部队,防止自伤,并尽量减少附带毁伤。<sup>6</sup>投掷弹药如偏离目标,会对平民造成灾难,致使无辜百姓罹难,损害对我军的支持。鉴于CAS在作战行动中的作用如此关键,面对预算危机,空军必须确保配备能持续实施CAS作战的可靠战机。空军高层领导相信,在A-10于2019年退役之时,F-35将已完全具备作战能力,足以替代淘汰机群,和传统战斗机(如F-16)一道,在未来行动中实施CAS作战。<sup>7</sup>但是,未来的作战环境分秒必争,各种空中资产都要随时待命执行紧急任务,如此形势之下,F-35和其他传统平台能像其上代机那样发挥相同高水平的作战表现吗?淘汰A-10后,如果需要其他机型填补其CAS角色,又如何能节省出空军维持作战能力所需的费用?

本文要讨论的问题是:在21世纪,美国空军的哪款战机或战机组合,是主导和维持空军CAS作战能力的最佳选择。为回答此问题,本文根据上述对空军的要求,评估在现代作战中执行CAS的各型飞机。但重要的是,

首先要从战役层面界定本研究中的 CAS 作用。联合出版物 3-09.3 《近距离空中支援》对 CAS 的定义是：“以固定翼……和旋转翼飞机对与己方部队近距对峙的敌方之目标发动空中行动，[并要求]……在每项空中任务中同己方部队的火力和运动紧密配合。”<sup>8</sup> 除 CAS 以外，空军在作战行动中运用战机执行各种任务，如进攻性制空作战、防御性制空作战、压制敌防空和摧毁敌防空，以及战斗搜索与救援，等等。但为了使分析对比更为简单并更易于量化，本文把以上各种作战任务归为互有区别的三种类型：空中优势、空地阻断，和近距离空中支援。尽管空中力量作战准则多年来不断发展，这三个基本类型在空战主导的联合战役作战中继续保持其作战序列地位。而本文仅涉及最后一类，即近距离空中支援，亦即 CAS。

这三种作战类型的基本概念是，争夺空中优势作战首先要清除对空中行动的任何威胁，如防空武器或敌方飞机。其次，空地阻断作战要求立足战略思考从空中对地面开展交战，锁定指挥、控制和通信节点，以及对部署就位的敌军部队实施打击。最后，CAS 作战对己方地面部队提供空中支援，具体而言，就是出动飞机支援同敌军直接交战的己方部队。在这里，CAS 的定义比联合出版物中的定义更具体，它更清晰地描述对可靠 CAS 平台的期待，这就是，CAS 平台必须对地面作战中与己方部队近距对峙交战的敌军进行精确打击。此定义虽然简单明了，却囊括了联合作战准则对有效 CAS 所定义的特性。

CAS 作战的有效性，如能得到以下诸条件的同时保障，将能进一步提升，这些条件是：

- 机组人员和联合终端攻击控制员训练有素且专业精熟；

- 指挥与控制能保障空地之间有效整合；
- 空中优势能保障我方不受限制地出入目标群区域；
- 目标标记指示能有效避免火力自伤和最大程度降低附带毁伤；
- 简洁而灵活的程序能保障快速反应；
- 武器弹药配置恰当；
- 作战环境条件得到充分考虑。<sup>9</sup>

为更进一层提升 CAS 的快速有效响应，还需要运用这些做法：

- 向前沿作战地点部署 CAS 资产和人员以加快响应速度和加长空中巡航时间；
- 将机组人员和飞机处于待命状态；
- 将一定程度的决策权授给最低战术层级；
- 将联合终端攻击控制员和空军联络官整合到地面部队中以精简和优化连续指挥 / 控制 / 通信。<sup>10</sup>

在美国空军进入持续削减预算的当前状态很久以前，空军审计长就分析和计算了复杂的演算和公式，来预测每个财政年度的预算草案。其中一种计算是每年的飞行小时成本 (CPFH)，用以跟踪和分析运营和支持成本，并存留在“空军能力评估计划”累积数据库中。<sup>11</sup> 美国政府问责署 1999 年公布的一份报告提到，空军在完成其要求的每年飞行小时数量方面存在问题。<sup>12</sup> 为努力提高效率，每个大司令部采取了追踪各自飞行小时计划的标准化方法，以做到根据各大司令部的具体需求，计算更准确的需要。追踪飞行小时计划的第一个步骤是，确定某单位的飞行架次需要，包括下列因素：

- 保持备战 - 待命所需的一线飞行员人数；
- 受命飞行员的经验水平（经验不足者需更多飞行架次）；
- 为维持基本的执行任务能力状态所需发挥辅助作用的候补飞行员人数；
- 必要的特殊能力（如：功能校验飞行员或教练飞行员）；
- 附带飞行架次（如：转场飞行，部署和奖励飞行）。<sup>13</sup>

在统计飞行架次需要之后，再按照基于历史平均值的架次空中时间估算值把飞行架次需求转换成飞行小时。当然，根据地理位置、飞机种类、飞机配置、空中加油、轰炸靶场的距离等等，飞行架次的空中时间也不尽相同。<sup>14</sup>

每个大司令部计算出本身机群的累计飞行架次时间后，第二步是制定每个 CPFH 成本值，计算依据是维护和运作的三类费用：

- 基地级可维修部件（例如，能在维修站点修复的发动机或航空电子装置）；
- 可消耗品（非修复性供应件）；
- 航空燃油。<sup>15</sup>

在计算出每种飞机类型的飞行小时成本率和所需飞行小时数量之后，就可以将确定的实际 CPFH 值用于本文分析过程。此信息虽未广泛传发，但由空军财务管理部门和审计官计算和提供。这组 CPFH 数据对本研究具有很高价值，因为其中就维持每种机型飞机运作的实际成本给出确切美元估算值。既然空军决定淘汰 A-10 而由多功能平台取代的主要原因是受预算限制，那么，我们就应该计算相关各机型飞机的实际 CPFH 值，通

过比较来确定哪种选择就费效比来看更划算。本研究对飞机机型比较所使用的全部 CPFH 数据，都来自审计官的“空军能力评估计划”数据库中 2013 年公布的内容。<sup>16</sup>

为做到尽可能的全面，本文将审视目前空军执行 CAS 任务的所有机型，包括 AC-130、重型轰炸机（B-1、B-2 和 B-52）、遥控飞机、轻型攻击机、传统战斗机（F-16 和 F-15）、F-35，和 A-10。本文评估这些机型的标准统一根据下列因素：设计、机龄、升级、能力、硬件、CPFH、载弹能力、航程、速度，和驻留目标上空时间。

在陆军和海军陆战队，历来使用“阿帕奇”和“眼镜蛇”等攻击直升机执行 CAS 任务，但本文不拟将其列入比较范畴，原因有二。首先，空军虽然目前拥有一个小型旋转翼飞机机群，但在传统意义上，这些飞机并不用于执行 CAS。投入作战的 HH-60“黑鹰”机队，仅限于战斗搜索与救援，通常使用轻武器火力提供掩护并隐蔽机载特种部队人员的部署或返回。如果从其它军种获取老旧飞机，成立新的运作和维护中队，或建立接纳这些飞机所需的基础设施，既不划算也无优势。第二，陆军在“科曼奇”项目（一种隐形直升机项目，因预算削减于 2004 年被取消）失败后，目前在寻求替换其现有的旋转翼机群。从 2009 年开始，陆军启动了“未来垂直起降”现代化项目，意图在 2030 年替代“支奴干”、“黑鹰”和“阿帕奇”直升机。<sup>17</sup> 由于最早的样机预计到 2017 年后才能问世，故而以现代化攻击直升机替代当前具有作战能力的飞机，在短期内不可能考虑。<sup>18</sup> 仅这两项因素合在一起，就意味着空军不可能以直升机作为 CAS 机型。

大尺寸重型轰炸机（B-52、B-1 和 B-2）是空军机群中一些最老并久经战火考验的飞

机，但本文也不纳入比较。原因是，当将轰炸机投用于打击非预定目标集时，如果受命起飞后却没有投掷弹药，那么CPFH成本将太高。简言之，这些飞机成本太高，难以保持空中巡航等候CAS交战机会。在这三种机型中，B-1成本最低，但每飞行小时的费用也达58,000美元。<sup>19</sup>这是F-16C小时成本的两倍多，是A-10成本的近三倍半。<sup>20</sup>B-52更高，每飞行小时接近70,000美元。<sup>21</sup>最后是B-2，这种飞机具有复杂的隐身低显外形，每架飞机造价20亿美元，每小时费用高达169,000美元——是其他任何机型的两倍以上。<sup>22</sup>B-1、B-2和B-52轰炸机能载运大量弹药，而且具备在一次飞行架次中同时对多个目标进行精确打击的能力，但其作战成本高昂，只能在CAS作战中发挥有限的作用，故而主要用于空地阻断及核作战。

再看AC-130，此飞机从1953年设计和制造出样机后，一直是美国空军特种作战部队可靠的平台。AC-130H机内两侧装备有40mm火炮和改装的105mm M102榴弹炮，而AC-130U以25mm加特林机炮替代40mm火炮。<sup>23</sup>AC-130配备609,000多条软件代码来运行其航空电子和任务计算机，还装备多种精密的目标锁定和导航传感器，能确保极高精确度，例如“在越战期间，这些空中炮舰摧毁了1万多辆卡车，完成了拯救生命的大量近空支援任务。”<sup>24</sup>由于这种飞机采用标准的C-130燃料容量，航程达1300海里，可允许长久空中待机和驻留目标上空时间。<sup>25</sup>不过，尽管具备这些优势，AC-130生产的批量很小，在美国空军的机群中仅有8架H型和17架U型。此外，AC-130是特种部队的专用资产，随时待命在全球部署。这两个因素结合起来，就限制了美国空军的手脚，难以在联合作战环境中指望使用该机型，也难

以在常态作战中派遣此飞机执行CAS任务。虽然新版AC-130J能投送防区外精确制导弹药，如GBU-39小直径炸弹和AGM-176“狮鹫”空对地导弹，但该机型仍处在作战试验和研发阶段。<sup>26</sup>装备该机型的新中队（取代H和U型号）要到2017财政年度才能开始运作，而且就像其前身一样，新机型的生产数量有限。<sup>27</sup>尽管AC-130是经过实战考验的CAS平台，但因为它专用于特战部队，并且考虑到机队机龄以及数量有限等因素，故而无法成为本文讨论的备选机种。不过，约旦国王阿卜杜拉二世设计及发展局与美国阿连特技术系统公司（Alliant Techsystems）最近签署合同，计划将CASA 235和295中程飞机改装成空中炮舰，使用可拆装的武器和部件制导系统，这项新的进展为未来武装攻击机平台的发展带来新曙光。<sup>28</sup>虽然该机没有被纳入本文比较研究，但如果该采购项目最终证实是可行且费效比理想的未来选择，那么不久的将来可看到有关武装攻击机执行CAS的更多讨论。

再看遥驾飞机，即RPA，这种飞机作为多用途平台广泛用于整个武装部队，在军事行动中主要用于情报监视侦察（ISR）任务。RPA如MQ-1“捕食者”和MQ-9“收割者”等，已在全球部署，提供战场作战的实时图像，为任务的策划以及正在进行的作战行动提供急需情报。但最近，RPA被赋予第二种职能，空军称其为机会目标打击：“因其空中巡航时间长，传感器覆盖面广，多模通讯配套，以及精确武器配置——因而具备了独特的能力，能对高价值、闪逝和时敏目标实施打击、协调和侦察。”<sup>29</sup>本质上，由于RPA在持续监控实时环境中的战场，因此是消灭闪逝机会目标的最理想的飞机。

既然 RPA 具备和以上飞机类似的特征和能力，似乎有理由将其列为执行 CAS 的首选飞机。但实际上，由于 RPA 是无人驾驶飞机，其可靠性也便受到限制。在过去 14 年里，美国军方大量使用 RPA 执行任务，共计发生 400 多起坠毁和重大事故。<sup>30</sup> 这个比例和美军有人驾驶飞机相比，自是高了些。RPA 事故频发主要归咎于四个原因：缺乏探测与规避技术、通信链接不可靠、机械故障，以及操作飞行员人为失误。<sup>31</sup> 一些简单的干扰，如天气和带宽等，也能导致毁灭性的后果。这一切意味着，传感器、照相机，以及复杂航电和导航系统终究无法取代飞行员的眼睛、耳朵和鼻子。<sup>32</sup> 阿富汗战争中有一个例子就是证明：一名操作飞行员因为缺乏经验，在协助地面部队时，却把“捕食者”撞向山的一侧。<sup>33</sup> 自不必说，任何一架飞机在任何时间都可能发生机械故障，飞行员也可能造成人为失误。但是在发生这类情况后，驾驶战机的飞行员能尽量控制飞机，避免空中相撞，因为飞行员此时无需要求通信指示而能自主控制飞机。RPA 固然适合执行 ISR 以及摧毁机会目标任务，但其固有的、可由某些微小因素引发的潜在不可靠性，使之难以胜任关键行动，何况目前 RPA 承担着沉重的 ISR 任务，因此把无人机列为 CAS 及其支援专用机种，不是好的选择。

## 量化对比评估和相关数据

### 轻型对地攻击机

尽管威尔什将军主张以多用途飞机来升级空军的现代化，但很多专家相信，部署更轻型、更经济、螺旋桨驱动飞机是可行的 CAS 选择。虽然很多飞机适合于这种作战要求，本文选择美国比奇（Beechcraft）飞机公司的 AT-6 作为比较对象，因为此型飞机目

前被美国空军、美国海军和另外 8 个国家军队使用。比奇飞机最早是用作训练，该公司此后又推出了用于作战行动的改型机，如 AT-6B。该公司称，AT-6B 能执行多种任务，例如：平叛反恐、CAS、前进空中控制、战斗搜索与救援、武装侦察、空地阻断、民事支援、灾害响应、海上巡逻，以及边界安全巡航。<sup>34</sup> AT-6B 配备玻璃驾驶舱（多个大型多功能显示器和数字仪表）、红外照相机、激光发射装置（指示器、照明器、测距仪），以及 6 个武器挂架，是美国空军目前用于训练的 T-6A 的现代改型版。<sup>35</sup>

T-6 从 2000 年 5 月开始投入部署，其供应链已经建立，可以直接从生产线采购，支持这个相对新型的机群。<sup>36</sup> 新购飞机由于有保修，最初其飞行小时成本极低，以后逐步提高，根据 2009 至 2013 年的 T-6A 平均值，每小时飞行成本大约 2,500 美元。<sup>37</sup> 另一个低成本优势是每架飞机的整体费用，T-6A 飞机的原始成本仅 420 万美元，后来对驾驶舱、航电系统和武器挂架等进行了大量的升级，目前 AT-6B 估计造价也仅在 800 万到 1,000 万美元之间。<sup>38</sup> 与其他传统飞机相比，这种飞机的载弹能力较弱，虽有 6 个武器挂载位，最大载量约 3,000 磅，标准配置应在 1,500 到 2,000 磅之间，由 250/500 磅的激光制导炸弹、火箭弹、“狱火”导弹，或 0.50 英寸口径机枪吊舱组成，以便保持长时间巡航，而不需空中加油。<sup>39</sup> 如果外挂油箱加大续航时间，载弹量则大幅减少至 1,000 磅。与其他传统飞机相比，“在标准作战飞行中，F-16C/D 如使用 500 磅级弹药，能载弹 2,000 磅，如使用更大的 2,000 磅级弹药，能装弹 4,000 磅……而 F-15E 能挂载 6,000 至 10,000 磅弹药，A-10 能载弹达 10,000 磅以上。”<sup>40</sup>

AT-6B的速度大约在280节，续航900海里，无需外挂油箱就能保持数小时空中巡航。<sup>41</sup>

虽然螺旋桨发动机能使飞机飞行更长的距离和更长的巡航时间，而且与喷气式飞机相比耗油量更低，但其速度偏慢，因而更容易受到攻击。美军参谋长联席会议1968年的一份报告指出：“螺旋桨飞机的损失率比喷气式飞机高出5倍之多。”<sup>42</sup>这份报告年份相对久远，似乎不适用于本研究，只是，自越南战争以后，再难找到分析螺旋桨飞机战场损失率的现代研究。究其原因，是喷气发动机技术迅速推广，各种螺旋桨驱动战斗机/轰炸机逐步被喷气发动机驱动的新机型取代，朝鲜战争和越南战争见证了这种变迁。例如在越南战场，唯一还在飞的螺旋桨飞机就剩A-1螺旋桨轰炸机，它最后仍然不可避免地被13种新型号的喷气发动机飞机（A-3，A-4，A-5，A-6，A-7，F-4，F-5，F-8，F-100，F-101，F-102，F-104和F-105）所取代。此外，与大多数传统飞机系统不同，T-6没有装备用于评估来袭威胁的雷达预警接收器的升级版。这意味着，AT-6B的最佳飞行环境，仅限于敌方地对空武器或空对空威胁极低的非抗衡空中环境。但是，一旦我方建立空中优势，AT-6B将成为经济性强的CAS作战平台，正如上述参谋长联席会议的报告所言，诸如T-6这样的螺旋桨飞机，在摧毁地面“卡车和船只”之类的空地阻断和CAS任务方面，“每个飞行架次在效率上是喷气式飞机的9倍。”<sup>43</sup>螺旋桨飞机的速度较慢，能更好地瞄准目标，能更有把握地辨识敌我部队，并提高弹药使用的效果。如果采用1968年的这些数据，加上驾驶舱升级，并加装现代头盔目标提示系统（类似于传统的和新一代飞机中的装置），以及各种数据链（例如LINK-16）和无线电通信（例如UHF，VHF和卫星通信），再加上

夜视镜兼容，那么，AT-6B应能成为执行CAS的适用平台。

对AT-6B适用性的最后一项考量，是容易获得用于购买新飞机的拨款。根据史蒂文·迪特尔少校2009年进行的一项研究，在伊拉克和阿富汗执行作战的一个半中队的传统飞机（具体是F-16和F-15）如果由AT-6B来替代，每天节省的空中加油成本，足够用来采购36架轻型攻击机。<sup>44</sup>此外，一旦空军已采购事先确定的轻型攻击机数目，就能把节省下来的成本分摊到因预算削减而吃紧的其他项目中，从而增加美国空军在其他领域的的能力。此处唯一的制约因素是作战环境，因为一架满载的T-6升限是25,000英尺。<sup>45</sup>在像阿富汗那样的高原环境中（平均海拔12,000至15,000英尺），尽管置身于已经建立的禁飞区或空中优势环境中，这种轻型攻击机仍然面临严重的威胁，例如可能被单兵携带防空系统击中。<sup>46</sup>

总之，由于以AT-6B为代表的轻型攻击机只配备极为有限的空对空防卫手段，并且主要适合在非抗衡空对地环境中作战，因此轻型攻击机不能完全取代目前的战斗机平台。但是，像AT-6B这样的轻型攻击机，如挂载相当数量的弹药，能提供令人瞩目的强大CAS能力，而运作成本只是其它飞机的一个零头。AT-6B能以最低燃耗完成长距离飞行和较高比例驻留目标上空时间，还具备长时巡航和使用各种弹药的能力，因此应可作为一款理想的机型添加到空军的CAS作战机群中，尤其是在预算削减的形势下。

### 传统战斗机 F-16 / F-15 / A-10

在“伊拉克自由”和“持久自由”行动中，开展CAS作战的三种主要飞机是F-16C、F-15E和A-10。这三种飞机虽然在同一时代设计和

装备，属于同一代，但互相之间的能力大为不同。再者，它们的战斗经历相似，故而适宜做互相比较，并可与建议取而代之的替代机型，如轻型攻击机和 F-35，进行对比。

区分这三种飞机的最简单办法，是飞机的大小和载弹能力。这三种飞机都能挂载相同的弹药（如 AGM-65 系列空对地导弹、制导炸弹和导弹），但携带的数量不同，翼展越长者载弹数量越多。F-16 战机在这三种飞机中最小，翼展为 10 米，仅能携带 4,000 磅弹药。<sup>47</sup> F-15E 的翼展加长到 13 米，可挂载 6,000 至 10,000 磅弹药。<sup>48</sup> A-10 的翼展长达 18 米（传统战斗机中唯一宽度超过长度的飞机），令其他两种飞机相形见绌，能挂载最多 16,000 磅弹药。<sup>49</sup>

按机龄比较，A-10 机群的机龄和 F-16 机群差不多，其最初生产的型号分别于 1975 和 1979 年装备空军，此后广泛投入作战行动。F-16 以多功能战斗机在“联盟力量”行动中大显身手，实施压制敌防空、进攻性制空作战、防御性制空作战、CAS、前进空中控制等多种任务；在“沙漠风暴”行动中更以飞行架次最多高踞榜首。<sup>50</sup> A-10 也投入了大量战斗，参与了 10 多场作战行动，包括整单位数次部署到阿富汗和伊拉克战场，执行 CAS 支援地面作战。<sup>51</sup> F-15C 和 F-15D 与 F-16 同一年列装部队，不过 F-15E “攻击鹰”直到 1988 年才交付给美国空军。<sup>52</sup> 承担空对空和空对地作战双重角色的 F-15E，只在基本设计结构上与其前身各型号大致相同。<sup>53</sup> F-15E 具有更坚固的起落架、保形油箱、为武器官专门设置的后驾驶舱，以及夜间低空导航及红外瞄准吊舱（LANTIRN），这些能力使这款战斗机特别适合 CAS 作战环境。此外，F-15E 在设计 and 入役上比 F-16 和 A-10 几乎晚 10 年，因此整个机群的平均飞行小时数更

低。不同于 A-10，F-15E 和 F-16 也列装其他国家军队，因此飞机部件储备更大，便于军队之间的相互支援。

A-10 自诩是执行 CAS 作战的优势平台，是基于其特殊的设计。该机专为支援地面作战部队而设计，配置一挺从机头处直接射击的 30mm 加特林机炮。<sup>54</sup> 其发动机安装在机身的外部上方，让飞机能在恶劣条件和泥土跑道上起降，同时也使发动机远离内置燃料舱，以免在战斗中受损。<sup>55</sup> 为保护飞机免遭轻武器火力的攻击，其他的考量包括燃料箱内衬燃料活性凝结剂、冗余飞行控制、非液压备用飞行控制系统，以及保护飞行员的钛金属球形包。<sup>56</sup> A-10 与其他飞机相比的一个主要缺陷，是缺少用于评估空中来袭威胁的雷达预警接收器。但是，整个 A-10 机群在 2007 年已经升级到 A-10C，意味着所有飞机更新了通信、反干扰、导航，以及驾驶舱内显示设备。<sup>57</sup>

按载弹量比较，A-10 比其他机型重，载弹量也最大。该飞机是机架配置最好的飞机，有 11 个外挂架，能配用三联弹射挂架和双导轨适配器，以增加每个挂架（分别）挂载的炸弹和导弹数量。在通用战斗配置中，这样的能力可允许 A-10 既能挂载空对空导弹和自我保护的抗干扰装置，也不影响其对地攻击的载弹能力。F-15E 配 7 个弹药挂架，另有只能挂载导弹的挂架。F-16 有 9 个载弹位，但翼尖的两个挂架只能挂载导弹，另外两个挂架通常专用于挂机翼油箱，以增加执行 CAS 任务时的航程和续航时间。所配炮弹的数量也相似。F-15 和 F-16 都从机身肩处发射 20mm 炮弹，内设弹匣仅能装 500 发。<sup>58</sup> A-10 配备的加农炮则更胜一筹，其内部弹匣中装有 1150 发 30mm 炮弹（数量更多，口径更大），并且，其装载的弹药中包括贫铀穿甲弹。这

些弹药和传统的高爆燃烧弹结合起来，使 A-10 更能有效打击坦克和坚固装甲车辆。

在飞行成本方面，飞行 A-10 的成本在三种传统战斗机中最低，每飞行小时 20,000 美元，是空军所有战斗机中最经济划算的战机。<sup>59</sup> A-10 在升级到 C 型机之前，每小时飞行总成本比现在要低近 5,000 美元。<sup>60</sup> F-16 紧随其后名列第二，每小时飞行成本 23,000 美元，作为一种多功能 / 双模作战飞机来说，这个成本也相当经济。F-15E 则远比其他两种飞机昂贵，每飞行小时成本达 40,000 美元，但与早先的 F-15C 和 F-15D 机型相同。<sup>61</sup> 当前预算吃紧，更提倡多用途飞机和能力，以 F-15E 取代 F-15C 是可行的选择。值得注意的是，前面介绍的 T-6A 教练机的每飞行小时成本仅为 2,500 美元。<sup>62</sup> 鉴于 AT-6B 的价格是 T-6A 的一倍，本文简单推定 AT-6B 的飞行小时成本也是 T-6A 的一倍。即使如此，按此数值计算，8 架 AT-6B 的飞行小时成本同一架 F-15 的成本相当。

在速度方面，两种多用途喷气式飞机最快，其中，F-15E 的飞行速度超过 1600 节（2.5 马赫），而单发动机的 F-16 略逊一筹，能达到 1300 节（2 马赫）。<sup>63</sup> 配备双涡扇发动机的 A-10 速度要慢得多，无法突破音速，最高速度仅为 400 节。<sup>64</sup> 但由于 A-10 机翼最长，在这个速度上更容易机动。<sup>65</sup> 这意味着，A-10 飞行高度更低，更容易辨识地面的友军和敌军，减少附带损毁和“自伤”事件。<sup>66</sup> 三种飞机中，只有 A-10 设计成能耐受轻武器火力，即使被击中也无大碍，因此更适宜在较低空飞行和作战。A-10 不仅配备电子反干扰手段和挂载大量弹药，其设在机翼中的自愈合燃料箱，以及保护飞行员的钛金属球形包（上文已提及）也值得称道，这一切都有助于飞机从战场全身而退。因为具备安全低飞能力，

A-10 能在云层下及恶劣天气飞行，在任何条件下与敌方目标交火。<sup>67</sup> 飞得快的战机可以更快地响应紧急呼叫，驰援与敌激战中的己方部队；但飞得慢的 A-10 能在空中巡航更长时间，直接好处就是能更长时覆盖战场，能使用传统弹药（成本极低，不需要全球定位系统导引）更精确地打击目标。

A-10 采用燃耗低的涡扇发动机，飞行和巡航时间更长，其航程达 2,240 海里，是 AT-6B 的近两倍半之多。<sup>68</sup> 因此，A-10 能连续巡航数小时而无需加油。A-10 的升限为 45,000 千尺，这种高空作战能力让 AT-6B 相形见绌。<sup>69</sup> F-15E 的航程为 2,100 海里，名列第二，但飞行距离取决于飞行速度。F-16 可飞 1,740 海里，如果飞行速度保持在大约 300 节，能飞行几乎 3 小时。<sup>70</sup> 但是，对紧急事件的“现实响应速度”通常是 500 节，这样，F-16 只能在目标上方驻留约 45 分钟，要想延长巡航时间就需经常空中加油。<sup>71</sup> F-15 和 F-16 的升限超过 A-10，但这对本文的比较分析影响不大，因为本文重点是对地交战，飞行高度超过 40,000 英尺在这方面并没有什么区别。

根据以上分析，在三种传统战斗机中，A-10 是支援地面作战的最佳机型。它飞行小时成本更低，飞行速度和飞行高度适中，巡航时间更长，载弹量更大，又具备能承受地面火力威胁的特制系统和冗余能力，故而能更好地保护飞机和飞行员，总而言之，A-10 无愧其专一使命：提供近距离空中支援。

### F-35 战机

空军高层领导人已经指定 F-35 取代 A-10。<sup>72</sup> F-35 和 F-16 一样，是多用途战斗机，代表最新一代，具备更强大的能力和最尖端的隐身技术。在过去 12 多年中，洛克希德马

丁公司投入近 4000 亿美元开展研制，期间数度出现挫折，包括发动机问题和结构裂缝，致使这家制造商自掏腰包 1.7 亿美元来冲抵政府成本。<sup>73</sup> 采购进度总算顺利，截至 2015 年 4 月，已交付客户 130 架。<sup>74</sup> 继此前推出的空优战机 F-22，F-35 是洛马公司制造的第二款五代机，“是经过优化的、能执行空对空、空对地和情报监视使命的多功能战斗机。”<sup>75</sup> 这款战机能否比传统战斗机更胜任 CAS 作战，还有待时间验证。

F-35 与传统战斗机的不同特点包括：先进的一体化航电系统、先进的传感器、隐身能力，还有“强化的态势感知”，以及自动化后勤信息规划系统。<sup>76</sup> 因为这是新型飞机，其机群机龄和平均飞行小时都可能是最低的；但是，新飞机会发生在研制和测试阶段无法预料的自发问题和故障。与 AT-6B 不同，F-35 的设计并非以前飞行过的飞机为蓝本。由于 F-35 每飞行小时成本的估算尚未确定，可以推断接近现在全面投入使用的 F-22，因为二者类似：都是由洛马生产的第五代隐形飞机。F-22 在初期部署时每飞行小时成本起步超过 250 万美元，现在的飞行小时成本大约在 7 万美元。<sup>77</sup> 如果 F-35 的情况也如此，与现有的战机群相比，F-35 开展 CAS 作战的费用会更高。

在载弹能力方面，F-35 的排名高于任何其他战机，达 18,000 磅。<sup>78</sup> F-35 使用几乎跟 F-16 相同的先进和常规弹药，由机身肩头发射的内置 25mm 机炮取代 F-16 的 20mm 航炮。不过有一点需要说明，要想承载超过 5,000 磅弹药，就必须使用外部挂架，因为内部武器舱的标准配置为两枚 2,000 磅炸弹和两枚 AIM-120 导弹。<sup>79</sup> 外挂额外的弹药会限制 F-35 作为隐身战机的能力，增加的表面积和形状会改变飞机的雷达信号特征。就

开展 CAS 作战而言，若想让 F-35 与 A-10 竞争，其性能必须接近 F-16，而其作战成本要增加三倍。

F-35 标配负荷仅限于内舱，如不使用两翼外挂油箱，飞机的燃料载量有限，将航程限制在大约 1200 海里，仅比 AT-6B 多 300 海里，但比 F-16 少 500 海里。<sup>80</sup> 为求隐身而不带外挂就会缩短航程，使 F-35 必须一直依赖空中加油，且弹药有限，否则实在难以执行 CAS 任务。虽然 F-35 能满足隐身要求下的 CAS 使命，但作战成本会更高，而且它能提供的支援，在数量上要比在已取得空中优势的环境下低很多。就是说，如果作战环境不要求隐身，部署 F-35 隐身参战只会加大作战成本。在这类作战情境下，AC-130 是更好的选择，因为此机型已经按照特种作战要求装备了一定的隐蔽和规避手段，而其燃料载量要大得多，巡航时间更长，且如在防区外作战，其弹药投放量也相当大。与其他战机相比，F-35 的速度也很一般。根据制造商洛马公司的设计，一架内部满载的 F-35，其速度仅为 1,050 节（1.6 马赫），比 F-16 和 F-15E 分别要低 250 和 550 节。<sup>81</sup> 和 A-10 相比，F-35 对地面与敌交战部队的支援请求的反应略快一些，但这点优势立刻被其他方面的劣势抵消，例如其航程更短，且内舱燃料载量有限，故而巡航能力很差。

## 建议和结语

以上的对比分析表明，A-10 优于其他机型，主要由于这是唯一的一款专用于对地攻击的现代战机。它在设计和建造上，专注于提供无与伦比的对地作战支持，特别重视如何在执行低空攻击任务时保护自身避免在战斗中受损。例如，A-10 虽然缺少雷达预警接收器系统，却是唯一一种完全能从泥土跑道

起降的飞机。在伊拉克和阿富汗战场，我军对 CAS 的巨大需求，持续使 A-10 不可缺少，并需要升级改造。为此，空军完成了一项“服役延寿计划”，重新组装和加固其机翼和结构部件，确保“A-10 能继续安全和有效飞行达 16,000 小时或超过 2028 年”。<sup>82</sup> 此外，A-10 的 C 型机通过“雷电（攻击机）生命周期项目保障优化整合”计划，升级了航电部件，并以 16 亿美元的合同，现代化改造了其精确交战系统，同时保证备品备件的供应，这给予 A-10 同新机型类似的后勤保障支持。<sup>83</sup> 至于 F-35，虽然代表最尖端技术并蕴藏潜在能力，但因其为多用途飞机，投入 CAS 作战难以发挥效能，而且其重要的隐身特征，在需要巨大弹药和燃料载量的 CAS 激烈交战中，其实作用不大。

今日之战场，无不需 CAS 支援，美国空军需要保留 A-10。这是一款专为 CAS 使命设计的机型，执行近距离目标打击和空中支援为其他任何机种所不及，其 CAS 能力无与伦比，并可继续为空军效力数十年，若将其淘汰，有失轻率。以尚未经过实战考验的下一代多用途战机来取代 A-10，是不明智的考虑。F-35 的相关统计和技术规格表明，在 CAS 作战方面，它其实不及其他的多用途战机，何况其总造价高达 4,000 亿美元。如果从 F-35 项目费用中拨出 1%，用来保留 A-10，定能更好地服务空军，尤其是考虑到空军已

经耗费巨大资金完成了 A-10 机群的升级，延长了其服役寿命，改善了其作战性能。采购轻型攻击机来降低战争中每天保持 CAS 覆盖的整体运营成本，也是明智的做法，只要合理设计采购预算和计划，应能到时回收成本。进一步，虽然 F-16/F-15E 与 F-35 相比相对老旧，但在多用途作战方面继续表现出色，即此而言，也表明空军应减少 F-35 的采购数量。

在美国空军，实施 CAS 作战最理想的飞机，不是多用途战机，而是特别为此使命设计的专用飞机，连同与其他专用飞机及多用途飞机的配合，方可更卓越地支持地面行动。目前，开展 CAS 作战的最佳机型是 A-10。从经济角度来看，我们已投下重资，完成了此机群的升级，可保持今后继续服役 14 年，完成这些努力之后，却让 A-10 退役，于情于理都说不通——更何况，由 F-35 来执行相同的任务，成本要高出近三倍。

如果美国希望继续主宰天空，需要具备多款专用飞机执行专门任务，也需要精通这些专业领域的飞行员。如果置整体能力于不顾，一味指望寥寥几种更新颖的“万能”飞机包打天下，会束缚指挥官履行使命的能力。如果整体能力降低，还会导致美国空军本身（以及其所支援的陆军、海军及海军陆战队）功能退化，在支援地面作战中，可能加大战员伤亡，更难避免附带毁伤，造成致命的后果。★

## 注释：

1. Terri Moon Cronk, "Sequestration Harms Air Force Readiness, James Says" [空军部长称自动削减预算伤害空军战备能力], DOD News, Defense Media Activity, 25 February 2015, <http://www.defense.gov/news/newsarticle.aspx?id=128247>.
2. Jim Garamone, "Budget Woes Cause AF to Refine Funding Priorities" [预算紧张导致空军调整资金使用的轻重缓急], US Air Force, 13 December 2013, <http://www.af.mil/News/ArticleDisplay/tabid/223/Article/467744/budget-woes-cause-af-torefine-funding-priorities.aspx>; 另参看 Cheryl Pellerin, "Service Chiefs Detail 2014 Sequestration Effects" [空军首脑细说 2014 年预算自动削减的影响], US Air Force, 19 September 2013, <http://www.af.mil/News/ArticleDisplay/tabid/223/Article/467167/service-chiefs-detail-2014-sequestration-effects.aspx>.

3. 同上。
4. 同上。
5. “Department of Defense Briefing by Maj. Gen. James Martin on the Fiscal Year 2016 Air Force Budget in the Pentagon Briefing Room” [詹姆斯·马丁少将在五角大楼简报室就 2016 财年空军预算所做的国防部简报], news transcript, Department of Defense, 2 February 2015, <http://www.defense.gov/Transcripts/Transcript.aspx?TranscriptID=5586>.
6. Karlo Copp, “Close Air Support in COIN Operations” [平叛作战中的近空支援], Defence Today, June 2010, <http://www.ousairpower.net/SP/DT-CAS-in-COIN-Jun-2010.pdf>.
7. 同注 2。
8. Joint Publication 3-09.3, Close Air Support [联合出版物 JP 3-09-3 : 近距离空中支援], 25 November 2014, I-1, [https://jdeis.js.mil/jdeis/new\\_pubs/jp3\\_09\\_3.pdf](https://jdeis.js.mil/jdeis/new_pubs/jp3_09_3.pdf).
9. 同上, 第 1-6—1-8 页。
10. 同上。
11. Pierre Sprey and Winslow Wheeler, “Chuck Hagel’s A-10 Legacy” [前国防部长海格斯的 A-10 遗产], Center for Defense Information at POGO, Project on Government Oversight 28 February 2014, <http://www.pogo.org/strauss/issues/weapons/2014/chuck-hagels-a-10-legacy.html>.
12. General Accounting Office, Observations on the Air Force Flying Hour Program [关于空军飞行小时计划的调研结果], GAO/NSIAD -99-165 (Washington, DC: Government Printing Office, July 1999).
13. 同上。
14. 同上。
15. 同上。
16. 同注 11。
17. Sandra I. Erwin, “Bumpy Ride Ahead for Military’s Future Helicopter Program” [美军未来直升机计划前途崎岖], National Defense Magazine, 4 June 2014, <http://www.nationaldefensemagazine.org/blog/Lists/Posts/Post.aspx?ID=1522>.
18. 同上。
19. 同注 11。
20. 同注 11。
21. 同注 11。
22. General Accounting Office, B-2 Bomber: Cost and Operational Issues [B-2 轰炸机 : 成本和运作问题], GAO/NSIAD-97-181 (Washington, DC: General Accounting Office, 14 August 1997).
23. FAS Military Analysis Network, Federation of American Scientists, “M102 105mm Cannon” [M102 型 105mm 加农炮简介], 9 January 1999, <https://fas.org/man/dod-101/sys/ac/equip/m102.htm>.
24. FAS Military Analysis Network, Federation of American Scientists, “AC-130H Spectre/AC-130U Spooky” [AC-130H 鬼怪 / AC-130U 幽灵简介], 8 January 2000, <http://fas.org/man/dod-101/sys/ac/ac-130.htm>.
25. US Air Force fact sheet, “AC-130U” [AC-130U 简介], 20 January 2016, <http://www.af.mil/AboutUs/FactSheets/Display/tabid/224/Article/104486/ac-130hu.aspx>.
26. US Air Force fact sheet, “AC-130J Ghost Rider” [AC-130J 幽灵骑士简介], 16 December 2013, <http://www.af.mil/AboutUs/FactSheets/Display/tabid/224/Article/467756/ac-130j-ghost rider.aspx>.
27. 同上。
28. “Jordan’s AC-235 and AC-295 Pocket Gunships” [约旦的 AC-235 和 AC-295 袖珍飞行炮舰], Defense Industry Daily, 22 July 2014, <http://www.defenseindustrydaily.com/jordans-pocket-gunships-cn-235s-converting-06778/>.
29. US Air Force fact sheet, “MQ-9 Reaper” [MQ-9 收割者简介], 23 September 2015, <http://www.af.mil/AboutUs/FactSheets/Display/tabid/224/Article/104470/mq-9-reaper.aspx>.

30. Craig Whitlock, "When Drones Fall from the Sky" [无人机从天而降之时], Washington Post, 20 June 2014, <http://www.washingtonpost.com/sf/investigative/2014/06/20/when-drones-fall-from-the-sky/>.
31. 同上。
32. 同上。
33. 同上。
34. Beechcraft Company, "AT-6 Light Attack: Overview" [AT-6 轻型攻击机简介], <https://www.beechcraft.com/defense/at-6/>.
35. 同上。
36. US Air Force fact sheet, "T-6A Texan II" [T-6A 得克萨斯人 II 简介], 28 March 2003, <http://www.af.mil/AboutUs/FactSheets/Display/tabid/224/Article/104548/t-6a-texan-ii.aspx>.
37. 同注 11。
38. 同注 36; 另参看 Maj Steven J. Tittel, "Cost, Capability, and the Hunt for a Lightweight Ground Attack Aircraft" [成本、能力以及寻求轻型对地攻击机], (master's thesis, US Army Command and General Staff College, Fort Leavenworth, KS, June 2009), 40.
39. Beechcraft Company, "AT-6 Light Attack: Specifications" [AT-6 轻型攻击机技术数据], <https://www.beechcraft.com/defense/at-6/specifications.aspx>; and Tittel, "Cost, Capability," 45.
40. 同注 38 "成本、能力以及寻求轻型对地攻击机", 第 46 页。
41. 同注 36。
42. 同注 38 "成本、能力以及寻求轻型对地攻击机", 第 15 页。
43. 同注 38 "成本、能力以及寻求轻型对地攻击机", 第 15 页。
44. 同注 38 "成本、能力以及寻求轻型对地攻击机", 第 41-42 页。
45. "AT-6B Light Attack Aircraft / Trainer, United States of America" [美国的 AT-6B 轻型攻击机 / 教练机], [airforce-technology.com](http://www.airforce-technology.com), <http://www.airforce-technology.com/projects/at-6b-light-attack/>.
46. 同注 38 "成本、能力以及寻求轻型对地攻击机", 第 68 页。
47. US Air Force fact sheet, "F-16 Fighting Falcon" [F-16 战隼简介], 23 September 2015, <http://www.af.mil/AboutUs/FactSheets/Display/tabid/224/Article/104505/f-16-fighting-falcon.aspx>.
48. 同注 38 "成本、能力以及寻求轻型对地攻击机", 第 46 页。
49. US Air Force fact sheet, "A-10 Thunderbolt II" [A-10 雷电 II 简介], 22 September 2015, <http://www.af.mil/AboutUs/FactSheets/Display/tabid/224/Article/104490/a-10-thunderbolt-ii.aspx>.
50. 同注 47。
51. 同注 49。
52. US Air Force fact sheet, "F-15E Strike Eagle" [F-15E 攻击鹰简介], 15 April 2005, <http://www.af.mil/AboutUs/FactSheets/Display/tabid/224/Article/104499/f-15e-strike-eagle.aspx>.
53. 同上。
54. Pierre Sprey, interview by Dan Sagalyn, "How the A-10 Warthog Became 'the Most Survivable Plane Ever Built'" [A-10 疣猪如何成为 "史上生存力最强飞机"], Public Broadcasting Service Newshour, 25 February 2014, <http://www.pbs.org/newshour/updates/10-aircraft-designer-explains-warthogs-unique-characteristics/>.
55. 同上。
56. 同上。
57. 同注 49。
58. 同注 47 和注 52。
59. 同注 54。

60. 同注 54。
61. 同注 54。
62. 同注 54。
63. 同注 47 和注 52。
64. 同注 49。
65. 同注 54。
66. 同注 54。
67. 同注 54。
68. 同注 49。
69. 同注 49。
70. 笔者与美空军 F-16 飞行员 Jason Holmes 上尉交谈，13 June 2015.
71. 笔者与南卡空军国民警卫队 F-16 飞行员 William Broman 少校交谈，14 June 2015.
72. 同注 2。
73. “F-35 Airplane Joint Strike Fighter: Chronology of Coverage” [F-35 联合打击战斗机：报道大事记], New York Times, 28 July 014, [http://topics.nytimes.com/top/reference/timestopics/subjects/m/military\\_aircraft/f35\\_airplane/index.html](http://topics.nytimes.com/top/reference/timestopics/subjects/m/military_aircraft/f35_airplane/index.html).
74. Terri Moon Cronk, “F-35 Program 'on Right Track,' Director Says” [总监称 F-35 项目进展“符合预期”], US Department of Defense, 15 April 2015, <http://www.defense.gov/news/newsarticle.aspx?id=128595>.
75. Lockheed Martin Company, “About the F-35: The Multi-variant, Multirole 5th Generation Fighter” [多机型多功能第 5 代战斗机 F-35 简介], <https://www.f35.com/about>.
76. “F-35A Lightning II Conventional Takeoff and Landing Variant” [F-35A 闪电 II 常规起降型], US Air Force fact sheet, 11 April 2014, <http://www.af.mil/AboutUs/FactSheets/Display/tabid/224/Article/478441/f-35a-lightning-ii-conventional-takeoff-and-landing-variant.aspx>.
77. 同注 11。
78. “F-35A Conventional Takeoff and Landing Variant” [F-35A 常规起降型], Lockheed Martin fact sheet, <https://www.f35.com/about/variants/f35a>.
79. 同上。
80. 同注 76。
81. 同注 78。
82. Jan Tegler, “A-10 Thunderbolt II: TLPS Upgrades Keep the Warthog Viable” [A-10 雷电 II: TLPS 升级保持疣猪继续服役], Defense Media Network, 11 May 2010, <http://www.defensemedianetwork.com/stories/a-10-thunderbolt-ii-tlps-upgrades-keep-hogs-current-to-2028-or-beyond/>.
83. 同上。



喀迈尔·卡乌什，美国空军少校 (Maj Kamal J. Kaaoush, USAF)，科罗拉多州立大学理学士，空军大学空中力量艺术科学硕士，现为华盛顿特区阿那科斯蒂亚 - 波林联合基地国防情报局联合武官学院学员，正在接受地区事务战略专家培训，预定于 2017 夏季接任驻卡塔尔空军武官职位。此前他曾两次部署阿富汗，支援陆军喷气机远征任务，并在德国斯潘达勒姆空军基地、内华达州奈利斯空军基地及约旦 Muwaffaq Salti 空军基地若干传统战斗机单位担任维修官。少校是空军中队指挥官学院、空军指挥参谋学院和国防语言学院的毕业生。