

AIR & SPACE POWER

JOURNAL

中文(简体)

空天力量杂志

2008年冬季刊一第2卷第4期



在天空、太空、网空飞行。战斗，直到胜利。

本期导读

- 作战支援和后勤保障 2

将帅视角

- 塑造新型关系：美军编号航空部队在中国地震救援中的作用 4
Chip Utterback 中将
- 美国空军视角——太平洋地区的天空太空网空战略 11
Carrol H. “Howie” Chandler 上将

战略战术

- 气象和风险计算：加强预报无常因素，改进作战风险管理 20
F. Anthony Eckel 少校；Jeffrey G. Cunningham 上尉；Dale E. Hetke 少校
- 在网络中心战中整合气象信息——论美国空军气象局人力资源的重新配置 32
Scot T. Heckman 上校
- 空军土木工程部队在平叛作战中的作用 42
Kendall Brown 博士 / 专业工程师 / 空军预备役中校

军事变革

- KC-135 空中加油机精益燃油计划 49
Bruce P. Heseltine 少校
- 战略与成本：军事决策程序中的缺口 60
Lawrence Spinetta 中校

教育训练

- 网旗军演：未来的实战训练环境 69
Andrew P. Hansen 少校；Paul D. Williams 博士 / 少校；Robert F. Mills 博士 / 退役中校；
Mark A. Kanko 博士 / 退役中校
- 接纳联合训练精神 76
William M. Rierison 博士

争鸣建言

- 星球防卫：美国国防部应担当缓险重任 79
Peter Garretson 中校；Douglas Kaupa 少校
- 文化冲突：空军与学术研究 88
John Farrell 教授

- 编读来往 90

- 作者简介 95



作战支援和后勤保障

中国著名军事杂志《兵器知识》2008年第7期卷首语的第一句话是：四川汶川大地震通过一次不亚于战争的残酷体验，检验了中国军队在重大灾难前的反应能力。

这场重大的非战争行动中没有轰-6和歼-10，而呈现大量的作战支援和后勤保障特征。空军气象支持、工兵架桥铺路、救灾物资空运空投、机降和伞降、直升机搜索救援，以及炊事车、GPS通信、战地医疗、无人机航拍、抢险机械、供水车、净水车、方舱式帐篷式野战医院，等等，成为不可或缺的作战要素。

美国空军的作为也为中国军人反思这场地震救援提供了一种借鉴。自本刊上期特约驾驶C-17空运救援物质飞抵成都的美军太平洋空军两名飞行员撰文之后，本期中我们再请太平洋空军第十三航空队司令官厄特巴克中将为“将帅视角”栏目著文，谈“美军编号航空部队在中国地震救援中的作用”，介绍编航部队这种配备自主空天作战中心和参谋机构的新标准作战体制，其在处理如四川地震救援这类应急事件中的快速运作方式，以及这种运作达成的效果。将军对军队“软实力”的见解，还有“太平洋地区所有国家的‘取胜’之道，就是抛开种族、文化、宗教，或者其它种种区别，开展协作”之说，都值得读者思考。

如想更全面地了解美军的太平洋战略，请阅读本期第二篇文章“美国空军视角——太平洋地区的天空太空网空战略”，此文由美军太平洋司令部空军司令卡罗尔·钱德勒空军上将撰写。钱德勒将军以俯瞰之姿，列举太平洋地区的各种重大挑战，阐述美军为应对这些挑战而在天空、太空和网空展开的兵力部署。将军认为，美国太平洋空军必须维持强大的“高端能力”（硬实力）和“低端行动”能力（软实力），才能保持太平洋地区的“枪炮沉寂”局面持续到未来。而太平洋的未来，如将军所说，对美国的“重要性将进一步上升”。

作战支援离不开气象作战。本期刊登两篇军事气象论文。第一篇以“气象和风险计算”为题，探讨空军气象预报中的无常因素与作战风险之间的互动关系。作者对当前支持作战的标准气象预报做法提出质疑，认为其中缺乏对预报中不确定性因素的描述，因此限制了作战决策者对和气象相关的风险管理。作者以台风疏散和目标空袭这两场行动为背景，建议空军与时俱进，采用新的集成预报方法，将各种不确定性因素纳入气象预报模型运算，帮助军队改进那些受制于气象形势的各类行动的决策过程。

另一篇是“在网络中心战中整合气象信息——论美国空军气象局人力资源的重新配置”。如标题所示，作者指出网络中心战的出现导致气象部队精简，以致人手不足。作者认为，因应之道是变被动为主动，尤其是改革“风雨官”向作战指挥官当面汇报气象形势的做法，将预报修正过程自动化，把气象信息存入数据库，由使用者从网络存取，实现从H2H（人—人）向M2H（机—人）或者M2M（机—机）的过渡。

美国空军工兵部队正面临当前反恐和平叛作战带来的挑战，“空军土木工程部队在平叛作战中的作用”一文讨论空军工兵部队的骨干——主基地工程应急部队和装备重型作业能力及空降能力的“红马”中队的过去、现在和未来。作者着重指出，鉴于维稳作战成为美军全球反恐战争的重要使命，联合作战策划应遵循“先规划修复再实施摧毁”的原则。作者还认为，空军工兵部队在争取民心的影响作战中大有可为，“其对美国国家利益的支持，可能要远远胜过空军武器系统的破坏能力。”

美国空军的作战支援和后勤保障能力中拥有庞大的运输机和加油机群，它们同时也是胃口惊人的油老虎。“KC-135 空中加油机精益燃油计划”的作者运用民航界提高燃油效率的实践，分析了 KC-135 当前标准加油程序中的缺陷，提出集中配发准点加油精益化方案，以翔实数据论证这种做法减少自用燃油载运和最大停机余油量所能带来的巨大经济效益，体现了一名军人对国家和军队的强烈责任感。

有些人可能没有注意到，根据美国空军的作战准则（AFDD 2-4），作战支援范畴中还包括财务管理。“战略与成本：美军军事决策程序中的缺口”一文作者眼见空军指挥官一味追求压倒性优势而漠视费效比的盛行做法，对照空军财务拮据的现实，提出空军在军事决策程序中必须考虑成本问题，而不是简单地选择“成功几率最高的行动方案”。否则，美国将难以支撑“像全球反恐战这样的持久战”。

在 2005 年 12 月 7 日，即珍珠港事件纪念日，美国空军正式更改空军使命宣言，将网空和天空及太空并立为三大作战领域。此后，美国空军在 2007 年成立网空作战司令部，“网旗”军演也呼之欲出。“网旗”军演是什么？它和我们常常听到的“红旗”军演有什么联系和区别？如何建造“网旗”军演环境？本期“网旗军演：未来的实战训练环境”一文试图回答这些问题。作者在文章中多次提到中国军队演练网络对抗和网络攻击，来论证“网旗”军演的迫切性，希望美国空军通过将成常规的“网旗”军演夺取网空优势，最终“震慑住网空对手”。

美国空军不仅在加强网空、天空和太空的作战能力，还把目光投向更深邃的星空。由空军未来概念局一位专家主笔的“星球防卫：美国国防部应当缓险重任”一文，向我们展现出一幅火流星和凶险行星随时可能撞击地球的惊心动魄的画面。虽然星球防卫是全世界的责任，作者力主由美国国防部独立承担，授权战略司令部主导，并为此列举军事太空优势、经济、技术、外交等多方面的理由。本文作者当仁不让的立场虽不会得到所有读者的认同，但至少让我们管窥到美军对遥远未来的一些思考。

本期中的一些短文，还有“编读往来”中的评论等，也都值得读者关注。感谢阅读。

《空天力量杂志》中文编辑姜国成



塑造新型关系：

美军编号航空部队在中国地震救援中的作用

Delivering a New Relationship: The role of the Component Numbered Air Force (CNAF) in China Earthquake Response

奇普·厄特巴克，美国空军中将 (Chip Utterback, Lieutenant General, USAF)



空天力量的指挥与控制是空军独有的、其它军种或国家无法提供的非对称能力。¹

— 美国空军参谋长诺顿·斯瓦茨

今年的北京奥运会开幕式似乎把“灵感”的含义提升到一个全新的高度。其中一个场面尤其令人难忘：在奥运火炬点燃之前，一个叫做林浩的九岁小男孩，和身高 2.29 米的 NBA 球星姚明手拉手，自豪地引导中国运动队进入体育场。对于不熟悉小林浩感人故事的观众而言，眼前的场面足以引起巨大的震撼。2008 年 5 月 12 日，林浩和他的小学二年级同学一起，目睹了自己的学校在地震

中倒塌，他的二十位同学葬身其中。这场震撼中国四川省的地震导致大约七万人死亡。² 恐怖之余，林浩却返回已成废墟的校舍，冒着生命危险，抢救出两名同学。一个九岁的孩子竟有如此勇气，表现得如此英勇，不禁令我动容。他的身躯和他的行为形成强烈的对比，有力彰显出人类关怀可战胜一切的强大力量。

我看着小林浩手持两面小旗——一面中国国旗和一面奥运会旗——走进“鸟巢”，心中感受到一种强烈的象征意义。国际奥委会的创办人顾拜旦（Pierre de Coubertin）在1913年对会旗上鲜明的五环做了解释，将之视为“人类的团结”，是把全人类不分国界不分种族联结在一起的纽带。³林浩和他手中的两面旗构成一幅微妙而壮观的形象，打动我的心弦，触动我想起另一幅我更熟悉的形象——美国空军的形象——它不仅仅是军事力量的工具，也是超越国界向危难中的人们提供援助与关怀的救难使者。

美国空军对那场把林浩和他的同学以及当地民众推入恐怖深渊的大地震所做的反应，或许是和平运用空中力量的再好不过的例证。地震过后仅几天，美军太平洋司令部就依靠其空中翅膀第十三航空队，向中国成都空运去78美吨（相当于71公吨）救援物资。此次行动显示了运用政府整体资源方式、在一支空军编号航空部队内部实施策划、指挥控制、执行和评估空中力量效果，并缩短危机反应时间的巨大能力。第十三航空队对中国地震的响应行动，验证了编航部队作为投射力量、维护和平及团结各国的载体可发挥的作用。（编注：编号航空部队 [NAF] 是美国空军目前的一种部队编制形式，如果一支编号航空部队被分配到具体的作战司令部，我们称之为 Component Numbered Air Force，或 C-NAF，中文可全译为“空军编号航空部队”，可简译为“编航部队”。如本文下段所述，目前有十二支编号航空部队被分配到具体的作战司令部。但注意，美国空军的编号航空部队总数不止十二支。）

美国空军吸取伊拉克与阿富汗战争的教训，于2006年开创了编号航空部队的概念，意在理顺部队的作战指挥控制，并向作战司

令官提供部队，最终目标是缩短从战略到任务的周期。为充分理解编航部队概念如何缩短响应时间，有必要领会这一构想在美国空军整体结构中的地位。位居美国空军指挥链顶端的空军司令部，是四星上将空军参谋长的所在地。从属于空军司令部的，是按地理区域或职能划分的美国空军一级司令部。太平洋空军司令部（PACAF）就是位于太平洋地理区域的一级司令部，负责该地区部队的组织、训练和装备。传统的编号空军部队偏重于行政和标准化职能，隶属于一级司令部，可能管辖若干个联队。联队编制有若干个生成和运用战斗力量的基本单位。编航部队是新近产生的指挥层次，位于一级司令部之下，但将传统的编号空军部队从以行政为中心转为以作战为中心。在太平洋地区，第十三航空队服从太平洋空军司令部指挥，是美国空军指定的十二支空军编号航空部队之一。作为一支编航部队，第十三航空队专注于作战响应——运用空军的速度和精准打击能力在太平洋地区构建周边环境，铸造伙伴关系，维持地区稳定。

第十三航空队代表太平洋空军司令部向作战司令部，即美军太平洋司令部提供统一的空军作战意见。编航部队作为空军的作战指挥部，由久经训练、人员充实的空中作战中心（AOC）和空军本军种部队（AFFOR）参谋部组成，此二者都注重联合作战及多国作战。AOC实施作战指挥控制，AFFOR参谋部策划多领域的行动方案。此外，第十三航空队管辖两个作战联队，必要时可执行作战司令官下达的、军事行动整体范围内的任何任务，并保持对太平洋战区全体空军部队的任务授权。这种组织结构跟中国的大军区空军与大军区之间的关系略相类似。

这一组织结构概念的价值在中国时间 2008 年 5 月 12 日那个恐怖的下午得到了验证。相隔多个时区、跨越几乎半个地球之外的美国正是 5 月 11 日晚间，此时有关中国发生大地震的各种媒体报道源源流入美军太平洋司令部的指挥所，即联合作战中心。作为六个地区性作战司令部之一、类似于中国大军区的美军太平洋司令部对形势进行了评估，并开始探讨各种待选响应方案。太平洋司令部可能选择的任何空中响应方案都会指派给我——第十三航空队现任司令官，同时担任涵盖太平洋大部地区的战区联合部队航空力量统一指挥官（JFACC）。我们美国空军的准则规定“JFACC 运用联合空天作战中心来指挥及控制空天一体化行动，以实现联合部队司令官的目标。该头衔强调的理念是，天空和太空力量一体化运用可以产生航空或航天力量单独运用无法实现的效果。”⁴

第十三航空队借助空中作战中心执行 JFACC 的调遣计划。美国空军准则将调遣能力（maneuver）解释为“在多维战场空间灵活运用作战力量以夺取优势。”⁵ 通过空中作战中心（若有各军种参与时亦称联合空中作战中心），我们具有制定战略并将其转化为任务的能力，藉此可产生整合太平洋地区空军、陆军、海军及陆战队的空中、太空、网空行动的效果。空中作战中心下辖五个部门：战略、作战计划、作战行动、情报监视侦察、空中机动。宽大的作战行动楼层中容纳了所有五个部门，来自各军种和若干盟军的军官们在这里协同作业，共同执行 JFACC 的使命。贯穿整个网络的高容量通信线路将位于全世界的四个同类空中作战中心及其它五个专业空中作战中心联通交织，通过信息共享，充分利用各专业空中作战中心在全球空中机动、太空控制协调、全球打击、特种作战与防空

等方面的专门知识和经验，并传递给像第十三航空队这样的地区空中作战中心。AFFOR 参谋部和 AOC 凭借计划、信息共享与执行能力，提供准确及时而有针对性的信息，加速从战略到任务周期的每一步骤，使同时运用优势兵力和机动能力成为可能，不论动用的是运输机还是攻击机。

随着中国地震危机的情势展开，信息源源不断地流入作为太平洋空军司令部和第十三航空队全时神经中枢的太平洋指挥中心。在开始制定危机响应先期行动的同时，太平洋指挥中心作为 AFFOR 作战部门的一部分，迅速将消息转发给高级领导人。在地震细节逐步显现后，我们看到一幅充斥着死亡、毁灭和混乱的可怕情景。地震把世界人口最多国家的一个地区推入深重的灾难，同时把巨大的人道救援需要推向前台。然而，广阔的海域和遥远的距离将外部世界与地震中心隔离，任何响应行动都面临一个重大障碍：时间。

还有一个更为棘手的问题是，中国政府是否接受来自美国的援助并允许我方飞机进入？历史表明中国政府会礼貌地拒绝美国援助的提议，上一次 1976 年的中国大地震期间开创的先例不断被证实。但这一次的情况可能会有所不同。仅仅几个月之前的 2008 年 2 月，当五十年一遇的冬季大雪席卷中国的中南部时，政府谦和地接受了美国的救助。再往前不久，2005 年卡特丽娜飓风重创美国海湾沿岸及新奥尔良市的教训，使全世界意识到，即便最强大的国家都无法抗拒大自然的力量。作为对那场灾难的响应，中国政府向美国送交了五百余万美元的援助。现在这一次可能是我们进行回报的机会。但我们必须准备好迅速行动，而且我们确实做好了准备。

有关这次大灾难的报道使局势逐步明朗，美军太平洋司令部、太平洋空军司令部和第十三航空队的专业人员立即行动，为我们的军事机器投入可能的救灾使命做好准备。美军太平洋司令部司令基廷海军上将命令太平洋空军司令准备执行任务。在空中作战中心各部门中，空中机动部实时监控着全战区的机动资产动向，故而理所当然地担当起这项救援行动策划的主导部门。该部与职能作战司令部，即美国运输司令部及其第十八航空队内的空中作战中心，以及 AFFOR 参谋部一道，制定出一份极其详尽的空运计划，使这次行动对其它行动影响最小而响应速度提到最快。

在空中机动部内，从空运管制、空中机动管制、空中加油管制到空中医疗后送的每一个团队，都在策划该次救援行动中发挥了重要作用。空中机动管制团队就动用哪些建制装备——即已分配给太平洋空军司令部的空中资产——提出了建议；空运管制团队则承担了协调外交上可行航线的艰巨任务。美国的首要战略机动平台 C-17“环球霸王 III”型运输机已部署在战区内阿拉斯加和夏威夷的空军基地，使任务大为简化。鉴于时间是第一要素，属于我部调用的空中加油机队成为缩短宝贵飞行时间的力量倍增器。正如我军空军参谋长最近指出的，“加油机是使我们实现全球化的关键。加油机队本来是为使轰炸机飞越北极而建造的冷战资产，现在却成为提供全球到达与全球力量的国力中坚。”⁶（空军参谋长在美国空军学院的讲话）

计划和指挥控制是快速响应的推动力，但要把攸关生死的救灾物资真正运送到灾区，JFACC 必须选出执行任务的飞机，供其选择的机型有 C-17 和 C-130“大力神”运输机，还有 KC-135“同温层油船”加油机。空中机

动部制定出一份运用建制机动装备的连贯而可行的行动计划，再一次展现编航部队的结构有力支持空中力量的一条中心原则：集中指挥控制与分散执行。

在救灾策划的过程中，全部队范围的信息共享使决策有充分的信息依据。确保信息共享的核心装备是纳入编航部队的情监侦资产，通过这些装备及时收集各种数据，并将其转换为可供行动决策的信息。这些信息进一步引导并协助我们确定行动过程，允许我们迅速行动。为执行这次使命，作为编航部队的第十三航空队保持对编制结构内的一支情报大队的作战控制权。我们的分布式地面系统，作为分布于世界五个地点的大系统的一部分，可利用美国空军不间断监视地球上几乎任何事件的能力。分布式地面系统使我们能够把空军的信息和其它美国情报来源所提供的资料结合起来，并将所得产品借助空中作战中心直接发送到策划人员和行动人员手中。应中国政府要求，编航部队使用这种分布式、冗余配置的灵活系统协调收集受灾地区的卫星图像；并将资料与中国政府分享，加快了搜索与救援努力，同时协助选择供救援飞机降落的适当机场。

为进一步加强此次行动策划，空中机动部汇聚了 AFFOR 参谋部的全力支持。各部门的专家，如人力资源、情报、作战行动、后勤物流、计划规划、通讯宣传、土木工程、保安等，也都预先进行了分析准备，一旦中国政府发出援助请求，第十三航空队就能部署力量——立刻出发。中国古代伟大的军事家孙子对精密运筹求取胜利有精辟的描述，他认为战争“兵无常势，水无常形。能与敌变化而取胜者，谓之神。”⁷的确，太平洋空军参谋部的职责之一，就是运筹于先，把所有可能发生的问题都考虑周全，以免临阵慌乱。

克劳塞维茨的描述同样鞭辟入里：“战争充满变数，不可不察。变数如不速之客，总是不期而至，增加事态的不确定性，打乱事件的既定顺序。”⁸ 四川地震之后，克劳塞维茨所言之变数频生，局面极度混乱。我们的空军参谋们必得帮助部队做好一切准备，应对变数带来的迷雾和摩擦，方可以最卓越的方式，达成正确的效果。

AFFOR 人员和空中作战中心密切合作，敲定最终方案，经我以联合部队航空力量统一指挥官的身份批准生效。在第十三航空队的统一旗下，我们最可宝贵的资产——空军官兵——根据方案确定了一份富有创意的执行计划，由第 15 空运联队从夏威夷希卡姆空军基地出动一架 C-17，由第 3 联队从阿拉斯加埃尔门多夫空军基地出动另一架 C-17，另外在日本嘉手纳空军基地配备一个机组和一架飞机待命，作为应急机动。为加快这次救援行动，策划团队在排程中把第 15 联队的飞行设为从希卡姆空军基地直飞中国成都双流国际机场。此次航程遥远，需要两次空中加油，由驻扎在嘉手纳空军基地的第 18 联队动用 KC-135 在空中相会；此次路途艰巨，机组人员的精准、技能和意志将面临严峻考验。这架飞机将把美国紧急救援署储备用于救助地震灾民的物资，计 90000 磅（约 41 吨），从美国空运到在死亡线上挣扎的灾民手中。第 3 联队的飞机预定在关岛安德森空军基地降落，在基地装载 66,000 磅（约 30 吨）关键物资后，再飞往中国成都。第十三航空队和救援署的物流专家开展了跨部门协作，确保全球机动保障供应链畅通无阻。整个计划就绪，指挥与控制中心立刻命令空勤和地勤人员待命，保证在接到正式通知之后 3 个小时以内启动行动计划。空中机动部把飞行任务交给夏威夷空中国民警卫队，进一步表明编

航部队具有将现役、警卫队和后备役空军官兵随时召集起来，组成总体部队的的能力。第十三航空队把兵力部署在形势允许的最前方，随时待命，等待召唤，救援中国民众。

就在空中作战中心的空中机动部和 AFFOR 参谋部协作确定行动计划的同时，美军太平洋司令部和国防部一道，与中国方面对口部门保持联系，取得救援批准。他们发扬了高度合作的团队精神，保持通讯畅通，减少繁文缛节，展现出美国国家安全政策把人道援助置于国际政治考量之上的原则。

在 5 月 15 日下午，美军太平洋指挥中心接到消息，国防部长批准了中国政府提出的人道援助请求。行动的时刻终于来临。中国政府一反过去关闭边界政策的传统，张开双臂欢迎美国援助，诚为可喜。第十三航空队立刻从策划阶段转入执行阶段，策划人员退到幕后而机动执行人员走到前台。在 5 月 16 日上午 10 时 53 分，第一架 C-17 从埃尔门多夫空军基地空机起飞，开始其 931 号航程，飞机将停靠关岛安德森基地，把 30 吨救援物资装上飞机。而在夏威夷夜深人静的时刻，地勤人员正在给另一架 C-17 装货，这架飞机满载 41 吨援助物资，在 5 月 17 日拂晓前启程，开始其 930 号航程，从希卡姆基地直飞中国成都，从国防部发出批准到飞机升空，不足 24 小时。编航部队的周密筹划和协同努力，至此开始显现成效。但是此趟航程毕竟不同寻常，全程充满风险，任何意外因素都可能阻碍整个行动，孙子和克劳塞维茨的预言不久便得到验证。

在接近第一次空中加油交汇点时，第 17 作战气象飞行中队通过第十三航空队的指挥控制中心向 930 号飞机发出通知：受热带风暴“夏浪”影响，其后方维修基地上空天气

开始恶化。第 17 作战气象飞行中队作为整个编航部队的保障部门，向太平洋地区各级客户提供全战区支援。他们的保障支持，为联合部队航空力量指挥部完成各种作战任务提供了重要保证，这次地震救援任务也不例外。在接到气象变化的通知后，经验丰富的机组人员和思维敏捷的指挥控制人员早有思想准备，立刻与加油机策划人员和机队联络，决定由第二架加油机输送更多的燃油。与此同时，空运策划人员立刻着手修改 930 号的飞行路线、续飞许可，以及回程目的地。机组继续飞向成都，相信空运策划团队一定会在他们的飞机返飞之前妥善规划出返回路线。策划团队没有辜负机组人员的信任。

经历两次成功受油和 14 个小时连续飞行，执行 930 号飞行任务的飞机飞越 6000 英里（近 10000 公里），安全飞抵成都双流机场。机组人员后来的汇报表明，当时灾区城乡间一片废墟，供电线支离破碎，民众挣扎着等待救援。飞机在指定地点停下后，大批观众和记者便蜂拥而至。两名机组人员打开驾驶舱门，立刻受到英雄般的欢迎。⁹ 他们描述当时的感受是“心情激动，感染强烈”，中国国防部外办副主任关友飞将军亲自上前，感谢机组为他的国家运来急需物资。随后是简单的礼物交换仪式，通过礼物代表个人，也代表各自国家，表达感激之情，同时再一次折射出人类关怀的力量。欢迎仪式带来的兴奋须臾结束，机组人员立刻把注意力转向卸货，救援物资在清醒地提醒我们记住周围的苦难。同时策划人员也在规划飞机的返飞目的地。

在美国国防武官的协助下，机组从 6000 英里之外的后方指挥控制中心收到飞行计划的修改情况。在美国空军中，我们把这种能力称为“回取”（Reach back）。回取体现了集

中控制和分散执行的原则，起有战力倍增器的作用。回取是与后方沟通，有助于克服混乱，提高灵活性，930 号飞行的过程再次证明这种做法节省时间，保证行动的连续性。

与此同时，931 号飞行机组也面临挑战。在嘉手纳基地停机加油后，由于维修问题，这架 C-17 无法续飞。幸而第十三航空队在策划阶段就已预估到各种可能变数，因此没有允许这个临时问题演变成阻碍任务及时完成的路障。明智的预见得到巨大回报。地勤和机组人员迅速将货物从故障飞机搬运到在旁边等待的第 15 联队的备用飞机，继续 931 号航程，备用机提前 18 分钟从嘉手纳起飞，并提前 34 分钟抵达中国成都。以当时的情况来衡量，这样的表现堪称卓越。然而灵活性是空军与生俱来的属性，加上第十三航空队的审慎策划，我们得以战胜各种困难，保证在正确的时间达成正确的效果。

执行第 930 号和 931 号飞行的机组胜利完成了这次不同寻常的任务，为灾区同胞带去救援，然后在 5 月 18 日顺利返航。此时此刻，我再次想到挥舞着小奥运旗步入宏伟奥运馆的小朋友林浩。第十三航空队，通过空中作战中心和 AFFOR 参谋部、以及保障部队和作战部队的共同努力，在任务指令发出以后的 72 小时以内，就把攸关生死的救援物资飞运到半个世界以外的另一个国家。第十三航空队，凭着全面整合的全球到达、全球力量，以及非对称指挥控制能力，在战争年代与和平年代，都展现高超的军事素质。和许多职业军人一样，我也喜欢运用部队的“软实力”来帮助待援民众。我们的成都之行，正是软实力的体现。

在孙子的伟大军事学说中，最卓越的观点，当推“不战而屈人之兵”。¹⁰ 将此学说应

用于人道援助或灾难救援使命，我们看到，太平洋地区所有国家的“取胜”之道，就是抛开种族、文化、宗教，或者其它种种区别，开展协作。空中力量用于战争，是强悍的工具。可它具有更多的用途，例如，它可用于医治创伤和凝聚民众，对中国的地震救援就是见证。此次开拓性事件，只是美军太平洋司令部、太平洋空军，以及第十三航空队主导的无数人道救援努力中的一例，是美军在过去几年中和平运用空中力量的最新亮点。在我们的救援努力清单中，有缅甸风灾、中国雪灾、孟加拉水灾、印度尼西亚地震、菲

律宾泥石流、泰国大海啸，等等。继中国四川地震过后，美军太平洋司令部司令基廷上将在一次新闻采访中表示：“中国在这次地震后作出的反应，不同于以往对自然灾害的处理。地震固然无情且不幸，但为我们增强及改善与中国官员的交流提供了新的契机。”¹¹对四川地震灾难的响应，显示了美国空军作战行动指挥部，即编航部队担当和平卫士的作用；更重要的是，它打开了大门，用人类关怀的共同纽带将我们所有人团结在一起。

□

注释：

1. Briefing, AF C2 Tiger Team, subject: AF C2 Future Concept [空军 C2 虎队简报：空军 C2 未来概念], CAF/MAF Commander's Conference, 2008.
2. 因特网文章。
3. Karl Lennartz, “The Story of the Rings” [五环的故事], in the Journal of Olympic History, Vol. 10, December 2001 / January 2002, pp. 29-61
4. Department of the Air Force. Air Force Doctrine Document 2. Operations and Organization [空军作战准则 AFDD 2: 作战行动和组织], 3 April 2007.
5. 同上。
6. 空军参谋长在空军军人协会上的讲话。
7. Sun Tzu, The Art of War: The New Translation [孙子兵法新英译本], ed and trans. J.H. Huang (William Morrow and Company, 1993), p 59.
8. Carl von Clausewitz, On War [战争论], ed. and trans. Michael Howard and Peter Paret (Princeton, NJ [or N.J.]: Princeton University Press, 1976), xx.
9. 和夏威夷国民警卫队人员的访谈。
10. Sun Tzu, The Art of War: The New Translation [孙子兵法新英译本], ed and trans. J.H. Huang (William Morrow and Company, 1993), p xx.
11. Garamone, Jim., “U.S. Sends Relief Supplies to China [美国向中国提供救援物资], American Foreign Press Service, 18 May 2008.

美国空军视角 — 太平洋地区的天空太空网空战略

An Airman's Perspective — Air, Space, and Cyberspace Strategy for the Pacific*

卡罗尔·钱德勒，美国空军上将（Carrol H. “Howie” Chandler, General, USAF）

美国的对手往往依据对美国军力的估计来调整自身的需要……。说到底，美军必须让大国对手知道，武力对抗美国的根本利益不会有好结果。



美国一直都是一个太平洋国家，同时也是
一个天空、太空和网空国家。在这个广大的区域中，有着和我们国家相关的利益和战略挑战，并与我们的天空、太空和网空能力密不可分。我们在太平洋地区的持久利益，遍布经济、政治和安全关系的整个频谱。为了打击侵略、威慑潜在对手、传播自由、维

— 美国前空军部长迈克尔·温恩

护世界这个区域的和平与繁荣，美国付出了鲜血与财富的昂贵代价。过去几十年来，我们在这个地区的交往对区域安全和全球安全都至关重要；未来几十年中，其重要性将进一步上升。¹

支持并鼓励商品和服务在整个亚太地区自由流通符合美国的利益。该地区拥有面积 1.05 亿平方英里、国家 39 个、人口 40 多亿、经济实力足可与欧盟相匹敌。不算美国在内，太平洋国家的生产占世界总产值的 37%，有三个国家 — 中国、日本、印度 — 跻身世界 10 大经济强国。世界约 33% 的石油和 20% 的海上贸易需要经过马六甲海峡。² 我国与该地区的经济交织也越来越密切，亚洲和美国的资本市场，还有我们迅速增长的跨太平洋贸易，对有关各国的经济都有着重大的影响。

美军在太平洋地区的态势对美国目前的利益提供了坚强的保障，但我们切不可满足于目前的成功而牺牲未来的安全。太平洋地区的每一项战略利益都依赖于天空、太空和网空领域的某个方面。因此，对我们利益的每一种威胁都挑战着我们对这些领域的主导地位。这种复杂关系的例子包括：

Translated and reprinted with permission from USAF Strategic Studies Quarterly.

- 核扩散；
- 尖端准入武器日益扩散，以及地区常规部队现代化；
- 新兴的进攻性太空能力，包括地区国家发展太空拒止系统和增加太空存在；
- 网络活动 — 针对我国经济、政府和军事网络系统的入侵活动增加，既有一般和无害访问，也有隐晦、隐蔽和明目张胆的攻击；
- 非正规活动，从全面叛乱到对需要伙伴援助的弱小政府的零星恐怖袭击。

几乎无可置疑，正是美军的存在，维持了太平洋地区的稳定，让我们在最近几十年中享受了区域安全和经济繁荣。尽管如此，有人认为，美国也许正在疏忽对亚太地区的安全战略，因为它把太多的注意力放到伊拉克、阿富汗和世界上其它地区的冲突。也有人担心：美国整体的军事战略和资源决策，过于侧重对付目前的威胁，而代价是疏于备战，不足以威慑、并在必要时与可能威胁到我们国家和国际安全的未来对手作战。美国能够也必须有能力双管齐下。

从美军太平洋空军（PACAF）的观点来看，对待这个复杂的战略环境，我们需要从三个互相依存的方面努力：部署我们的兵力、准备并提供即时反应能力、促进区域安全与稳定。

美军在太平洋地区的兵力部署

太平洋地区固然没有出现战争，但也不安宁。最大的挑战显然是防止核扩散。六方会谈（朝鲜、韩国、中国、日本、俄国、美国）一直努力迫使朝鲜去核化。但就目前来看，

朝鲜政府继续深藏不露，捉摸不定，它有潜力利用核生化及放射性武器来威胁邻国和我们的盟国。

美国空军与我们的地区伙伴一道，必须保持天空、太空和网空领域的主导地位，保持监测、威慑并战胜这些威胁的能力。从2012年开始，韩国将接管对其部队的战时作战控制；同时，美国驻韩部队将改编成美国驻韩司令部，与韩国武装部队形成作战准则型的支持关系。³日本方面，将在该国的防空及防导领域占据更主导的地位，将把防空司令部迁到横田空军基地，以加强早期预警和双边指挥与控制。⁴

这些变化，依靠本地区美国空军目前的速度、射程和灵活反应能力的支持，加上美国空军在关岛的情监侦（ISR）打击特遣队的助威，使美军得以对驻该地区的部队进行战略调整，重新平衡，把大量美军地面部队调遣到大陆或战区之内。因此在太平洋地区，美国空军提供的“全球到达、全球力量、全球警戒”能力保证政府在防核扩散的努力中遂行各种外交、经济和信息行动。

高端军事竞争日益加剧，对美国构成挑战。中国的经济日益繁荣，向美国出口了价值3210亿美元的商品。在经济的推动下，中国正在实行军事现代化。⁵中国人通过改造现有外国技术，在航空和航天领域取得重大发展。

和中国一样，俄国东山再起，成为欧洲的最大经济体之一，其国防开支随之大幅增加。复兴的俄国开始大展军事拳脚，在太平洋天空频频出招，俨然冷战做派。从2001年到2007年，俄国的国防开支增长四倍，已经位居先进战斗机技术的开发前沿。⁶它的米格

和苏霍伊战斗机研制计划都在不断挑战空中优势的极限。

除此之外，一体化防空领域的最新发展，威胁着美国陈旧战机控制现代空战之时间、地点与速度的能力。俄国和中国都有能力并愿意向任何愿买的国家出口先进的常规技术。这些发展趋势都意味着：美军一向依赖的跨域支配地位不再高枕无忧。

支配战局，是决定任何战斗胜负的关键，无论是一对一较量，还是空中战役的大决战。我们必须同等重视在太空和网空的自由行动能力。美国空军从成为独立军种至今，联合作战将士在整个战空自由驰骋的能力，第一次由于这些技术的进步而处于危险境地。

进入、利用、和控制太空的竞争正在升温。中国清楚地认识到美国对太空资产的依赖，因此竭力提升自己的制天权能力。中国2007年1月进行的反卫星武器试验，证明了它有能力和威胁美国的太空资产。

但是，最近对中国太空活动的关注掩盖了亚太地区的太空技术扩散活动。这一年多来，各种新闻报道表明，这个地区有许多国家都在紧锣密鼓地实施自己的太空计划。比如，韩国宣布计划，要发展本土的太空发射和维持能力，它为今后10年的卫星研制与发射拨出了36,000亿资金。⁷2007年7月，俄国把一颗德国军事侦察卫星送入轨道。⁸2007年12月，俄国太空部队司令宣布计划在2009年之前发射一颗转发卫星，其目的是收集和中继有关运载火箭运作的遥测数据。⁹随后不久，在2008年1月，印度宣布：它打算与俄国合作进行无人月球探险，将使用一种漫游式飞行器来收集和分析土壤、大气和岩石标本。¹⁰而且，印度最近取得一项合同，从其斯里哈里科塔发射场（Sriharikota）为以

色列发射一颗高级合成孔径雷达成像卫星。¹¹2008年2月，俄罗斯宣布计划建立地面监测站，以提高它的全球导航卫星系统“GLONASS”全球定位的精确度，其长远目标是把误差从目前的10米降到厘米范围。¹²将这些事件孤立来看，我们所见到的是，有多个国家正在大力发展自身太空能力。若从太平洋地区的整体角度来观看这日益拥挤的太空，那些目前也许还不成为安全挑战的问题，在不远的将来就有可能发展为这个地区的重大挑战。

网空已经和地面、天空、和太空一道，成为各国争夺的领域。网空的特点是使用电磁频谱通过网络系统和相关物质基础设施来储存、修改和交换数据。我们的对手们认识到美国对网空的依赖，视其为作战重心，正想方设法加以利用。¹³

作为商业与信息交流的一部分，正常的、通常有益的信息访问活动每时每刻都在发生，但在它的掩盖之下，隐晦的、伪装的、乃至明目张胆的网络攻击，不断侵犯我们经济、政府和军事网络系统。情报部门估计，非国家行为体和包括俄国与中国在内的国家，都有技术能力来瞄准和遮断网空领域的某些运作，并利用它来收集情报。¹⁴

托马斯·弗里德曼（Thomas L. Friedman）在其《世界是平的》一书中，描写网络活动如何压缩了地球上的经济活动。许多公司加强了外包计划，利用网域优势来提高生产力和利润。¹⁵最近有项报告表明：印度在外包产业方面的优势已开始减缓，因为其它国家也开始争夺这个快速发展的产业。据一家消息来源说，中国、俄国和巴西这些国家，引领着估计30个其他国家，在网络业市场竞争合同。¹⁶日本甚至开始在缅甸招聘计算机

高手来发展自己的软件、移动电话和其它电子电讯器材。¹⁷ 印度指望把外包业和网络活动的收入翻一番，到 2011 年时达到约 800 亿美元。¹⁸ 这些活动当前看来是全球经济的正常一部分，但若竞争加剧，曾为良性的经济活动可能转为敌对，关键的计划和基础设施成为招致网络袭击的薄弱环节。当前，美国空军的使命中尚不包括保护商业系统，不过随着网络领域的竞争愈来愈激烈，情况有可能急剧变化。即使现在，在网空集结的政治运动正以惊人的速度演变这个地区实实在在的游行示威和抗议活动。

我们面临着不规则的、跨国的安全挑战，这些挑战包括全面的叛乱和对需要伙伴援助的弱小国家发起的零星恐怖袭击。全球恐怖主义延伸到了世界上的这个区域，恐怖分子在这里寻求资金、招兵买马、并继续密谋如何袭击美国以及我们的伙伴国和盟国。现在盛行于中东和其它地区的自杀性恐怖袭击其实最早出现在斯里兰卡，这个国家陷入与武装分裂组织的血腥作战中，长达 20 年不能自拔。海盗行为威胁着马六甲海峡的贸易流通，冲击着地区经济和全球经济。禽流感 and 毒品走私对这地区的各国政府继续构成严峻挑战。

我们知道：如果不尊重人权和法治，如果不强化政府管辖能力，就不可能取得长远的安全。在缅甸，军人政权继续骚扰和压迫成千上万争取自由与民主政府的缅甸人。七年内三次军事政变的结果，使斐济政府一直徘徊在崩溃的边沿。自然灾害将继续发威，导致千万民众生灵涂炭，流离失所。亚太地区，包括孟加拉和印尼等国最近发生的灾难，已让我们触目惊心。这方方面面都给天空、太空和网空军队提出新的、非传统的挑战。要对付这些挑战，必须有最大程度的创新精

神、灵活性以及献身精神——我们的空军将士有能力担负起这一重任。

提供即时反应能力

面对复杂的太平洋地区生成的挑战，关键是必须立足“全球到达、全球力量、全球警戒”，展现空军的能力。

首先，我们必须具备指挥与控制自己部队的的能力。纵观空军的历史，空军将士认识到：使用天空、太空和网空力量最有效的途径，是将这些力量置于战区联合部队航空力量统一指挥官（JFACC）的指挥之下。¹⁹ 美国空军的“指挥与控制保障原则”为 JFACC 提供了一个标准化组织结构和以军种编号航空队（C-NAF）为单位的全套能力，每个航空队配备空天作战中心和一个空军本军种部队（AFFOR）参谋机构。空中力量由此得到加强。C-NAF 的目的是在战时为每一位作战司令官提供强大的空中力量。太平洋地区不仅情况复杂，而且幅员辽阔，要建立这种指挥与控制结构是一项极其艰巨的任务。最近的改进已大大加强了太平洋空军在这三个领域的作战能力。

最成熟也最著名的太平洋 C-NAF 是驻韩第七航空队，它拥有“麦康奈尔上尉”空天作战中心（the Capt Joseph McConnell AOC）。三十多年来，美国和韩国的空军已经在这里建立了美韩联合司令部开展联合空天作战行动的模式。同样，在阿拉斯加也有一个特别设计的空天作战中心，它的目的是协调美国北方司令部和北美防空司令部的天空、太空和网空作战行动。

夏威夷第十三航空队是太平洋司令部责任区内的 C-NAF，这支善于征战的空军部队是 PACAF 战略的关键部分。现在，太平洋

司令部第一次有了常设 JFACC，实施战区策划和指挥与控制，执行天空、太空、网空合成作战，并且在必要时由这支 C-NAF 领导联合特遣部队。“邦恩少校”空天作战中心(Maj Richard Bong AOC) 在和平时期同步协调天空、太空、网空的所有行动任务，确保陆海空三军将士在日常行动中并肩作战，巩固军种之间的正常关系。第 613 空天作战中心将与正在日本横田航空基地建设的日本双边空天作战中心建立密切的联系，它也将与设在澳大利亚堪培拉的空天作战中心合作。

凭借强大的指挥与控制能力，我们的空军部队严阵以待，持久驻扎这个地区，应对上述的全频谱挑战。PACAF 通过一系列“战区安全合作”活动，与地区内的许多国家开展密切合作。²⁰ PACAF 的战区安全合作计划促进各国空军部队之间的互操作性，建立友好关系，共同加强联盟伙伴合作，减少冲突机会，并促进地区稳定。

每年，PACAF 参加大约 30 个国际演习，其中有像“对抗—印度”(Cope India) 这样的双边演习，也有像“红旗—阿拉斯加”(Red Flag-Alaska) 这样的多国联合演习。“红旗—阿拉斯加”有效地利用太平洋阿拉斯加综合训练基地和艾尔逊空军基地最新空军假设敌中队的重大联合训练机会，为联合部队及多国部队提供严峻的威胁环境，在此环境中进行逼真的作战演习。在“红旗—阿拉斯加”演习的每个夏季，PACAF 主持一项“首长观察员计划”，带领伙伴国的高级空军将领在这里实地视察“红旗”演习活动，并讨论联军作战行动和训练要求。这反过来又有助于 PACAF 检讨目标，调整未来的演习方案。在 2007 年，全世界有 18 个国家的空军部队派员参加了“首长观察员计划”。

在 2006 年，美国空军参谋长把“统一交往”(Unified Engagement — UE) 计划扩展到华盛顿以外，目的是让澳大利亚、日本、韩国、新加坡、马来西亚、印度尼西亚和印度这样的地区伙伴国，有机会参加各种双边与多边演习方案的设计、演习和讨论，以进一步帮助 PACAF 促进地区稳定。这些演习方案以未来 10 到 20 年为背景，覆盖全频谱的冲突：包括反恐、人道援助、救灾、ISR 和非正规战争。在欧洲，北大西洋公约组织提供了开展类似讨论的论坛。在太平洋地区，PACAF 利用 UE 计划，和我们该地区的伙伴一道，促进区域安全和稳定。

我们必须保持高端能力，同时也开展低端行动。低端行动常常能产生有利于该地区持久稳定的亲善效果。比如，2008 年 2 月，在中国遭遇 50 年来最严重的雪灾时，基于夏威夷和阿拉斯加的 C-17 运输机往上海投送了 22.5 万磅的食物、药物和防寒用品，为 19 个省的中国民众提供援助。在国防部批准飞行任务后的 18 个小时之内，18 个货盘就投送到了中国大陆。

去年，PACAF 调遣一架 C-17 运输机，向瓦努阿图、基里巴提和瑙鲁这些偏远太平洋岛国投送了一个 50 人联合小分队。小分队由陆、海、空的军医、牙医和土木工程师组成。仅在 6 个小时之后，他们就医治了 4300 位病人，并向当地 1000 名平民、警察、消防、海关和护理人员传授基本救生技术。²¹ 在这两个例子中，PACAF 凭借快速反应能力和灵活性提供急需物资与服务，取得了象征合作亲善的持久积极效果。

促进区域安全与稳定 天空、太空和网空力量的作用

美军太平洋司令在介绍太平洋地区时宣告：“枪炮已然沉寂。”²²显然，同姊妹军种和伙伴国并肩作战的空军部队，一直是维持枪炮沉寂的关键动力。然而，改善和提高美国空军在这个地区的结构和能力是保证这种状况能持续到未来的唯一途径。

“全球警戒”行动在太平洋地区横跨天空、太空和网空领域。它们是指挥官的耳目，能拯救美国人的生命，也有助于我们先机制敌，打败敌人。这些 ISR 行动还为国家安全政策通报信息，使作战司令官能在需要的时间与地点部署战斗力。朝鲜最近进行的弹道导弹和地下核试验、中国反卫星行动的成功、俄国远程轰炸机在北极区日渐频繁的飞行，都清楚表明我们需要保持警戒。

ISR 情报收集行动至为关键，但精通地区文化的情报分析专家为作战将士提供决策依据的能力也同等重要。为此目的，PACAF 最近专门聘用了一名受过国务院训练的外交政策顾问。空军必须继续投资更多的 ISR 资产，为该地区提供适当程度的覆盖，同时也必须继续培养区域事务专家，并支持更多的人工情报需要。PACAF 还在与我们的地区伙伴合作，分享共同关注领域的信息。由于太平洋地区没有一个像北约这样的多边联盟，信息分享常常是双边性的。如何把信息分享的窗口向多国敞开，正是 2008 年 4 月召开的“全球鹰能力论坛”的主旨。在这个座谈会上，多个太平洋国家代表在一起，讨论如何在人道援助或救灾行动中分享信息。

“全球到达”能力使空军在太平洋地区架起空中桥梁，能在数小时（而非以日或周计算）时间框架内达成行动效果。美国空军

把 C-17 空运能力部署在阿拉斯加和夏威夷，这一事实说明空军更加重视提高美军在该地区的快速反应能力，阿拉斯加和夏威夷的空军基地是人道援助、抗险救灾、或作战行动的关键组成部分。此外，夏威夷和阿拉斯加的 C-17 运输机已经把 PACAF 的空运能力提到前所未有的高度。陆军轻装上阵的情况已难得一见，基于夏威夷和阿拉斯加的 C-17 运输机与陆军部队按战略需要同地部署，使太平洋司令部能够派遣联合部队对全球任何类型的突发事件快速反应。

迈克尔·莫斯利上将说过：“我们做任何事情，无论是灾害救援、人道援助、全球警戒、全球打击、还是全球机动，这‘全球’二字靠的就是加油机。”²³ PACAF 按照作战责任区的规模，部署空中加油机，保证我们的联合部队和多国部队，能够在任何时间向整个太平洋地区和全球任何地点投射战斗力。我们在阿拉斯加、夏威夷和日本已永久性部署 KC-135 加油机，在关岛基地轮换部署各种加油机，为整个战区搭起空中桥梁，随时调集战斗机、轰炸机和其他资产。简言之，这种加油能力使我们能够镇住、威慑、并且在必要时击败任何潜在对手。

对太平洋地区联合作战能力而言，“全球到达”的另一个同等重要的部分，是空军卫星所提供的通信、导航和定位能力组合。这些卫星中，有许多颗的服役时间已经超过设计寿命。我们正着手更换其中一些老化的系统，今年 4 月（2008 年）发射了第一颗宽带全球通信卫星（SATCOM-1），它提供更高级的通信能力，覆盖面从太平洋司令部一直到美国大陆西海岸。在今后 10 年间，美国空军必须更新所有这些系统，以保持我们的太空能力为国家提供的优势。

美国空军依靠战斗机和轰炸机打击世界任何地方的能力而达成战略效果。替换老化的战斗机和部署新一代远程轰炸机是国家的战略需要。我们在前面已讨论过，有 30 多个国家部署的战斗机都相当或超越我们的 F-15 和 F-16 机群的能力。此外，我们的陈旧战机的保养越来越昂贵，而且飞行可靠性也越来越差。

为了加强地区的“全球力量”，美国空军迈出了关键的第一步，按预定计划把 F-22 “猛禽”战斗机七个中队中的三个部署到太平洋地区，以提供迅速应对危机的能力。空军也正在考虑将来把 F-35 “闪电-II”部署到太平洋地区的关键位置，比如阿拉斯加的艾尔森空军基地²⁴和日本的冲绳空军基地。²⁵需要强调的是，F-22 和 F-35 是组合参战的：由“猛禽”首先“踢开敌人的大门”，再由“闪电-II”和其他战机击毁各自的目标。F-22 是空中优势战机，具备空地压制能力；F-35 承担空地打击的主要责任，具备自我防卫能力；两者都有收集和分享信息的能力。美国空军在太平洋地区的战略若致成功，就必须坚持这两项战机发展计划。

全球各国一体化防空系统的发展，不仅凸显出美军战斗机作战能力的不足，而且也威胁到我们轰炸机部队随时随地控制和袭击目标的能力。自 2004 年以来，美国空军在关岛安德森空军基地轮流部署 B-1、B-2 或 B-52 轰炸机，保持轰炸能力的连续存在，目的就是加强区域安全，展示美国对太平洋西域的承诺，并提供综合训练机会。这些轰炸机的航程和载弹量，以及精确度、杀伤力、生存能力和反应能力等，构成美国战略军事威慑的中坚。我们的 B-2 隐形轰炸机目前享有的技术领先，最终将被对手的阻入技术所消解。这种担忧，加上目前我军轰炸机机群的

保养费用越来越高及保养难度也越来越大的现实，都强烈表明，我们需要在 2018 年以前研制出新一代远程轰炸机。新型轰炸机的特征将是隐形好、载弹量大、航空电子传感系统获得改善；它将融合各种先进技术，确保我们的轰炸机部队有能力满足国家和作战司令官的全球需要。

最后，太平洋地区的“全球警戒、到达、力量”要求我们把机群现代化，同时也要求在关岛增加新的基础设施。关岛已经成为美国国防部兵力结构转型中太平洋地区的重要一环，也是美国空军在美国领土上构建阿拉斯加、夏威夷和关岛战略三角的关键部分。除了安德森空军基地的“ISR-打击特遣部队”外，PACAF 正在成立一个由“红马”土木工程兵、保安兵、作战通信兵和空运机动保障中队组成的应急反应大队，其中包含启动一个机场所需的各路人马。PACAF 从太平洋各个基地调集这些部队，组成统一单位，接受一位司令官的统一指挥。他们将在一起训练，可迅速部署到世界各地。总的来说，空军对关岛的投入，重点放在从 2009 年到 2014 年之间加强基础设施建设。关岛基础设施的建设需要靠关岛地方政府、国防部、联邦机构、以及私人企业的共同努力，实施成本分摊、合理私有化和商业化的创新解决方案。²⁶

为了应对世界范围的战斗机技术和防空体系的进步，我们国家必须做到使空军能够把 F-35 战机、战斗搜索救援 (CSAR)-X 直升机和新一代远程轰炸机投入战场，以确保我们在太平洋地区的优势。在某些战区，投送“全球警戒、全球到达、全球力量”的能力，其成败的关键是加油机，因此在这样的战区，空军需要马上把新型加油机投入战斗。此外，空军需要继续关注这个地区的 ISR、太空及网空能力。最后，我们也需要对太平洋空军

基地，尤其是对安德森基地的基础设施作大量投资。安德森已经成了我们为保卫美国利益投射力量的主要基地。

在如何部署兵力和如何与伙伴交往这两个方面，美国空军在太平洋地区已有漫长经历。我们是在跑马拉松——而不是百米冲刺。但是，我们必须认识到：要想保持领先，就

必须保持速度。当今太平洋地区的相对平静，在很大程度上归功于美国为部队和空军提供的资源和支持。我们的航空兵前辈正是依靠这些关键的支持，不断艰苦奋斗，有时浴血奋战，才建立起我们今天享有的安全和稳定。这个地区对我们这个伟大国家的利益，乃至我们的未来，都实在太过重要，美国空军切不可丝毫懈怠。□

注释：

1. Robert M. Gates, US secretary of defense, "The United States and Asia-Pacific Security" (address, Shangri-La Dialogue, Singapore, 2 June 2007) [美国国防部长盖茨出席新加坡香格里拉对话于2007年6月2日在会上的演讲：美国与亚太地区安全], <http://singapore.usembassy.gov/gates.html>.
2. CIA Factbook, 2007 [CIA 各国概况 2007], <http://www.umsl.edu/services/govdocs/wofact2007/index.html>.
3. B. B. Bell and Sonya Finley, "South Korea Leads the Warfight" [韩国领导作战], Joint Forces Quarterly 47 (4th Quarter 2007): 80, <http://www.ndupress.ndu.edu>.
4. Lt Gen Bruce Wright, USAF, and Mark Hague, "The U.S.-Japan Alliance: Sustaining the Transformation" [美日同盟：经历转型], Joint Force Quarterly 44 (1st Quarter 2007): 62, <http://www.ndupress.ndu.edu>.
5. The US-China Business Council, "US-China Trade Statistics" [美中贸易统计], <http://www.uschina.org/statistics/tradetable.html>.
6. GlobalSecurity.Org, "Russian Military Budget" [俄国军事预算], <http://www.globalsecurity.org/military/world/russia/mo-budget.htm>.
7. "South Korea Aiming to Secure Own Space Technologies" [韩国力求自主太空技术], Yonhap, 20 June 2007, 检索来源：EBSCOHost World News Connection.
8. "Russia Puts German Military Satellite in Orbit" [俄国把德国军事卫星送入轨道], Interfax AVN, 3 July 2007, 检索来源：EBSCOHost, World News Connection.
9. "Space Force to Deploy Retransmitting Satellite to Monitor Space Launches" [太空部队将部署转发卫星来监测太空发射], Interfax AVN, 14 December 2007, 检索来源：EBSCOHost, World News Connection.
10. "India's Joint Lunar Research; Exploration Mission with Russia to Launch 2011-12" [印度联合月球探险：将在2011-2012年间与俄罗斯共同启动联合开发月球计划], 检索来源：EBSCOHost, World News Connection.
11. "Israel Launches New Spy Satellite from India" [以色列从印度发射新闻谍卫星], Xinhua, 21 January 2008, 检索来源：EBSCOHost, World News Connection.
12. "Ground Stations to Improve Performance of Russian Satellite System" [地面站提高俄国卫星系统操作性], Interfax AVN, 7 February 2008, 检索来源：EBSCOHost, World News Connection.
13. HQ USAF, Program Action Directive 07-08, change 1, Implementation of the Secretary of the Air Force Direction to Establish Air Force Cyberspace Command.[美国空军计划行动指令 07-08, 修改 1：贯彻空军部长指示，成立空军网空司令部], 3.
14. Senate, Select Committee on Intelligence, Testimony of Adm J. Michael McConnell, director of national intelligence J. Michael McConnell, director of national intelligence, "Annual Threat Assessment of the Director of National Intelligence for the Senate Select Committee on Intelligence," [国家情报局局长向参议院特别情报委员会提交的年度威胁评估报告], 100th Cong., 1st sess., 5 February 2008.
15. Thomas L. Friedman, The World Is Flat: A Brief History of the Twenty-First Century [世界是平的：二十一世纪简史], (New York: Farrar, Straus, and Giroux, 2005).

16. "IT Offshoring Expands in Other Than Outside India" [IT 外包超出印度之外], Xinhua, 27 December 2007, 检索来源: EBSCOHost, World News Connection.
17. "Japanese IT Firm to Recruit Burmese Software Programmers" [日本 IT 公司将招聘缅甸软件程序员], Myanmar Times, 14 November 2007, 检索来源: EBSCOHost, World News Connection.
18. "IT Export Turnover Will Touch \$80 Billion Mark by 2011" [IT 出口额到 2011 年将突破 800 亿美元], Chennai Business Line, 25 October 2007, 检索来源: EBSCOHost, World News Connection.
19. USAF Command and Control Enabling Concept[美国空军指挥与控制保障原则], change 2, sec. 3.3.5, 25 May 2006.
20. 美国太平洋司令部覆盖的国家包括: 澳大利亚、孟加拉国、不丹、文莱、缅甸、柬埔寨、中国、科摩罗、斐济、印度、印度尼西亚、日本、基里巴斯、北韩、南韩、老挝、马达加斯加、马来西亚、马尔代夫、马绍尔群岛、毛里求斯、密克罗尼西亚、蒙古、瑙鲁、尼泊尔、新西兰、帕劳、巴布亚-新几内亚、菲律宾、萨摩亚、新加坡、所罗门群岛、斯里兰卡、泰国、东帝汶、汤加、图瓦卢、瓦努阿图和越南; 太平洋司令部也对俄国负有特殊责任。
21. 13th Air Force Public Affairs, "Oceania Humanitarian Mission Team Returns" [大洋洲人道支援特派团归来], 31 July 2007, <http://www.pacaf.af.mil/news/story.asp?id=123062855>.
22. Senate, Armed Services Committee [参议院武装部队委员会], Statement of Adm Timothy Keating, Hearing on the FY 2009 Budget for U.S. Pacific Command and U.S. Forces-Korea, [参议院武装部队委员会关于美军太平洋司令部和美国驻韩部队 2009 财年预算的听证会, 基廷上将陈述], 11 March 2008, 3, <http://www.pacom.mil/speeches/sst2008/080311-keating-sasc-delivered.pdf>.
23. SrA Paul Croxon, 31 th Air Refueling Wing Public Affairs, "Air Force Chief of Staff Outlines Priorities" [空军参谋长概述优先计划], Air Force Link, 15 March 2007, <http://www.af.mil/news/story.asp?id=123045058>.
24. "Air Force Roadmap: The Vision for the Future" [空军未来发展路线图], Air Force Link, <http://www.af.mil/library/airforceroadmap>.
25. "Air Force Proposes Initial Joint Strike Fighter Locations" [空军提出联合攻击战斗机初期部署地], Air Force Link, 4 October 2006, <http://www.af.mil/news/story.asp?id=12302841>.
26. David Bice, executive director, Joint Guam Program Office, briefing, SAME (Society of American Military Engineers) International Business Opportunity Workshop [关于 SAME (美国军事工程师协会) 国际商机研讨会的汇报], Washington, DC, 22 February 2007, slides 8 and 10, http://www.same.org/files/members/INTERNATIONAL_bice.pdf.

A successful deterrent strategy requires a balance between resolve and restraint, and this balance must be recognized and understood by our adversaries. So for our forceful actions to have their intended deterrent effect, they should be framed by a process of communication with our potential adversaries that establishes mutually recognized limits and rules about what we will and will not do.

— Roger B Myerson

威慑战略欲致成功, 需在意志与克制间求取平衡, 同时此平衡之努力需使对手心领神会。由此, 我们欲以强悍行动发挥预期威慑效果, 需与我们的潜在对手进行某种形式的沟通, 藉以框定此等行动之架构, 形成双方认可之界限及规则, 让对方知道我们将做和不做什么。

— 罗杰·迈尔森, 2007年诺贝尔经济学奖共同得主



气象和风险计算：加强预报无常因素，改进作战风险管理

Weather and the Calculated Risk: Exploiting Forecast Uncertainty for Operational Risk Management

安东尼·埃克尔，空军少校 (Maj F. Anthony Eckel)

杰弗里·坎宁安，空军上尉 (Capt Jeffrey G. Cunningham)

戴尔·赫特克，空军少校 (Maj Dale E. Hetke)

提要：当前支持作战的标准气象预报中缺乏对预报中不确定性因素的描述，因此限制了对气象信息的运用。但随着现代科技的突飞猛进，空军已经有可能采用集成预报方法，将各种不确定性因素纳入气象预报模型运算，帮助军队改进对那些受制于气象形势的各类行动的决策过程。作者以台风疏散和目标空袭这两场行动为背景，将现行的单一值决定性预报和作者建议的多元值随机性预报进行对比，为我们展示出后者在费效比上的优越性，以及此优势对提高作战能力及保护作战资源的强大作用。



“空军 21 世纪聪明作战”计划的推广，促使空军官兵积极寻求新的途径，提高战斗力，包括改进决策过程。¹ 作战行动要保持高效率和高效率，就必须将可能产生不利后果

的风险纳入考量，作出最合理的决定。这些风险源于决策所依据的信息输入的不确定性，即无常性。指挥官们常常收到各种不精确的决策信息输入，例如，敌军实力报告、后勤

预测，以及武器性能评估。本文讨论作为决策信息输入之一的气象预报及其无常性，探讨此类信息如何在作战风险管理系统的原则指导下，通过应用一种称为“集成预报”（Ensemble forecasting）的新系统方法，提高战斗力。

通常，国防部在对受气象形势影响的任务作出决定时，采用的是单一气象预报，基本上忽略预报中的无常性，但气象预报中的无常性往往证明牵一发而动全局。将注意力集中在单一的气象预报上，可能做出并非最合理的决策。²如果我们不能对潜在的预报错误给出客观的描述，就可能导致决策者铸下大错，浪费资源，这种做法无异于在赛马场上盲目地下赌注，而不考虑每匹赛马胜算的几率。

显然，对涉及气象的决策而言，最理想的气象信息就是完美、肯定、连贯，即所谓的确定性预报（亦即：以单一值表示的气象预测）。不幸的是，确定性预报不可能完美无缺。大气系统错综复杂，包罗万象，涉及非线性流体动力、热力、辐射、化学和物理的相互作用，对天气预报构成巨大挑战，预报的技能和水平也有高低不同。事实上，人类想准确预测大气变化几乎不可能。³

气象中天生的无常属性可以用“或然性预报”或者“随机性预报”（Stochastic forecast）来表达，它表现可能性的分布或范围，以界定确定性预报中包含的潜在错误，这些错误有各种形式，源自各种原因。例如，在气象气候学（即，季节条件预报）中，预报通常具有随机性，它给出的是某一地区预计的月平均、最低和最高降雨量。

把无常因素纳入气象预报算不上是新观点。⁴早在1960年代，人们就认识到随机性

预报在空军作战中的潜在应用价值，但我们没有善加利用。⁵当今的气象预报基本遵循确定性预报的老路，其原因在于：（1）确定性的气象预报直截了当，易于决策参照；（2）随机性预报的方法和益处尚未被广泛认识；（3）对（几天之内的）短期气象变化做随机性预报既不实际也不经济。但是，科技的发展已经能支持随机性预报，时机既到，空军应开始学习和运用这种技术的优势。

随机性预报的产生和应用

过去40年来，气象学家主要依靠用计算机生成的气象预测数字模型（NWP模型）。整个过程包括对气象观测数据进行分析，然后代入复杂的运算中，模拟未来一段时间大气行为，做出不同准确程度的单一、模式化的预报。气象预报中心运行的NWP模型所可监测的范围（从城市到全球）、每个气象结论的覆盖面（从几公里到几百公里），以及未来时间的长度（从几个小时到几个星期）都可有所不同，以满足各种不同需要。

在NWP模型中，仅生成一项确定性预报，即单一气象结论，就需要通过数亿次快速运算，才能及时处理出有用的数据。这种计算过程需要非常强大和造价昂贵的超级计算机。一台能运行典型NWP的计算机，视模型的配置规模（区域大小/气象结论、运行时间要求等），造价约在10万美元到1百万美元之间。

随着计算机技术的进步，我们已经有可能运用集成预报方法，以随机性（多元结论）模式运行NWP模型，其费效比已经可以接受。这种集成式预报是多次运行模型（通常要求得出20-30个结论），每次运行中仅微调改动代入数据及少量调节模型内部运算结构，

以对 NWP 模型中的无常性加以量化。由此产生一系列（而非单一）预报，其中每个预报都具备合理可能性，所有预报结合起来，便形成一个客观的、随机的气象预报。

集成预报需要增加处理量，要求计算机运算能力提高大约 1 个数量级（10 倍）。和基于 NWP 的确定性预报相比，成本也相应增加。本文从国防部的角度出发，论证使用集成预报的产出效益将远远超出其投入成本。放眼需要气象支援的整个社区，用户因气象预报改善而提高决策水平，其所带来的好处在过去 20 年间引发了广泛的研究和开发。其结果，全球许多国家的气象预报中心逐步转向以集成预报方法为基础的随机性气象预报，为用户提供更好服务。

气象中心	集成预报的开始年份
美国国家环境预测中心	1992
欧洲中期气象预报中心	1992
美国海军数字气象学和海洋学研究中心	1995
加拿大气象中心	1996
中国气象局	1996
澳大利亚气象局	2000
日本气象厅	2001
韩国气象局	2001
英国气象局	2007

美国空军固然能够、也的确在利用外部气象资源，但仍必须依据自身需要提供军事专用预报。空军气象局决心发展其集成预报的能力，前空军气象局长斯图茨里姆准将（Brig Gen Lawrence A. Stutzriem）指出，“集成预报产品和应用代表着空军气象业务的未来。”⁶ 为了实现这一目标，空军气象局目前正在运用样机系统处理集成预报数据，并进

行广泛的实地测试，了解如何最佳地运用随机性预报，加强国防部的作战行动。这一努力将一直持续到 2008 年底，以为投入实战运用铺平道路。

作战风险管理系统（ORM）的指导原则是：“当收益大于成本时就应接受风险”，故而我们可以借助 ORM 来推广随机性预报的应用。⁷ 成本包含执行任务的必须支出（物资供给、设备维修、培训等），而风险分析在于了解决策的每一项输入的无常性。此指导原则可通过决策理论的运用，从客观上，而非主观上，得到贯彻，因为决策理论基于数学评估做出决策，是从长期着眼部署行动，以达到收益最大化，损失最小化。⁸ 从根本来说，决策理论就是“风险计算”的直接表达。以一个商业案例为例，此案例分析是：如果预报的降雪几率超过 35%，应决定使用价格昂贵的跑道抗冰冻化学品，因为从长远来说是划算的。⁹ 如果降雪几率为 25%，则应决定不使用化学品，而接受花费更多且耗时的铲雪的风险。这样的决策过程全然不同于使用不完善的、确定性的单一降雪预测作为决策依据的做法，而且从长远来看更有效。

虽然同时实现收益最大化和损失最小化并非不可能，但制订决策时对二者通常有所取舍。本文中所用术语“防御性 ORM”是在优化决策中侧重损失最小化，“进攻性 ORM”是侧重收益最大化。本文通过实例展示每种 ORM 如何运用随机性预报来贯彻“空军 21 世纪聪明作战”方针。这些实例虽利用计算机模型和仿真情景，但具备相当现实性，因而真实可信，且简明扼要，能满足本本文论述范围的需要。在仿真模拟中，我们可以改动虚拟情景，反复演算，详细探讨各种可能的益处，真实事例则无法给予我们这些主动。

目前，国防部内部应用随机性预报的实际事例寥寥无几，可供借鉴者，一是佛罗里达州帕特里克空军基地（Patrick AFB）为空间发射任务所做的暴风雨几率预测，二是夏威夷州珍珠港海军基地联合台风警报中心在预测台风路径中纳入无常性因素的做法。民用部门也有很多成功的事例。例如，在改为使用随机性预报之后，加州水电部门的年水电收入增加了 9.5%，水库外溢浪费减少 40%。¹⁰ 因此，在国防部内部，要取得类似的改进效益亦有可能。

防御性作战风险管理 (ORM) 示例

防御性 ORM 所追求的明智决策是把重点放在如何以最低代价完成工作，所谓最低代价包括保护作战资源，避免价值昂贵的资产被损坏，节省后勤供给（弹药，燃料），等等。作为示范，本文建造一个疏散模型，来模拟停在空军基地的高价值飞机如何避免强台风袭击。

根据此模型，每年平均有四次台风（风速 200 英里以内）袭击这个空军基地。通常，每四次台风就有一次（每年一次）台风的地面风速等于或大于 50 节，可给飞机造成重大破坏和巨额损失（此模型中计为 100 万美元）。使用气象预报，飞机指挥官需要提前两天时间决定在台风登陆前是否要将飞机转移到另一个基地（飞机的燃料，机组人员的旅费等成本为 15 万美元）。这两种选择（转移或驻留原地），以及台风风力的两种可能性（等于/大于 50 节，或小于 50 节），将产生出四种可能的后果（相关费用列在括号中）：

1. 正确疏散（15 万美元）：飞机转移，躲开强台风而避免更大损失。

2. 节省费用（0 美元）：飞机驻留，没有出现造成损失的强台风。
3. 虚惊一场（15 万美元）：飞机转移，但没出现造成损失的强台风。
4. 遭受损失（100 万美元）：飞机驻留，遭受强台风袭击。

疏散模型从代表实际气候条件的可能条件分布中进行随机抽取，生成每次台风通过基地时的风速情况。¹¹ 此模型生成确定性（单一值）预报的做法是，把一个无偏见随机性误差加入平均强度 12 节的真实风速——这是在强风情况下对两天预报误差所做的保守估计。以这种方式，确定性预报模仿真实的预报，它总是在真实附近徘徊，有时非常接近，有时又偏差很多。此模型生成的随机性预报，则以统计学计算为基础，选择 50 节风速作为阈值（或界线），并找出此阈值在各种可能预报分布中（以确定性预报的误差范围为依据）的位置。这种模拟过程模仿真实的、不完善的集成式预报，做法是在建立集成式分布时，使用一个对预报误差的不正确估计。¹²

在以下表 1 中，我们看到，面对同一场台风的来临，基地指挥官依据此疏散模型中的确定性预报和随机性预报可做出不同决定，损失也相应不同。当预报的风速等于或超过 50 节时，指挥官根据确定性预报就会决定疏散；而如果根据随机性预报，只有当风速等于或超过 50 节的预报概率为 15% 或更高时，指挥官才决定疏散。这个百分比代表了最优化决策的界线，它的定义是用保护财产所需的成本除以破坏发生后造成的损失，在决策理论中称为成本损失比。¹³

表 1: 疏散模型的运行结果*

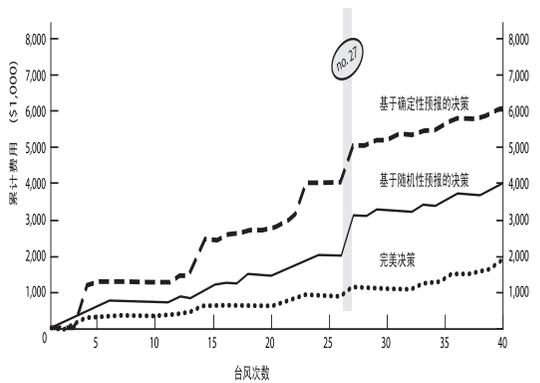
台风	指挥官以确定性预报为依据 (决策界线 = 50 节)				
	预报风速(节)	是否疏散	实测风速(节)	结果	累计费用 (\$1000)
1	12	否	20	节省费用	0
2	36	否	44	节省费用	0
3	77	是	81	正确疏散	150
4	43	否	62	遭受损失	1,150
5	52	是	41	虚惊一场	1,300
6	28	否	29	节省费用	1,300
7	20	否	27	节省费用	1,300
8	32	否	23	节省费用	1,300

台风	指挥官以随机性预报为依据 (决策界线 = 15%)				
	预报风速 ≥ 50 节 (百分比)	是否疏散	实测风速(节)	结果	累计费用 (\$1000)
1	9	否	20	节省费用	0
2	17	是	44	虚惊一场	150
3	99	是	81	正确疏散	300
4	25	是	62	正确疏散	450
5	33	是	41	虚惊一场	600
6	24	是	29	虚惊一场	750
7	1	否	27	节省费用	750
8	7	否	23	节省费用	750

* 此表以两年内顺序八次台风为背景，就指挥官基于确定性预报和基于随机性预报所做的疏散决定及费用进行比较。根据此表，以确定性预报作为决策基础，共花费 130 万美元，其中大部分是因第四次台风预报失误而蒙受重大损失。以随机性预报作为决策基础，基地多次虚惊转场（第二、五、六号台风），但却执行了两次正确疏散（第三、四号台风），避免了重大损失，因而少支出费用 55 万美元。

以表 1 中的个案，如第二号台风来分析，可以发现指挥官以确定性预报为基础，偶尔会做出更好的决定。相较而言，应用决策理论产生的效益需要更长期的积累才能体现。在两年结束时（经历八次台风后），以随机性预报作为决策依据的指挥官显然胜出一筹。并且，随着疏散模型的展开，以随机性预报作为决策依据所节省的费用（即以两种不同预报方式作为决策基础所产生的费用之差）

也逐步增加（见图 1）。当然，以随机性预报为基础也导致许多错误的决定，其中甚至包括第 27 号台风造成的 100 万美元的损失。鉴于预报的无常性，最好的做法是遵循作战风险管理原则，辅之于随机性预报支持。对这个疏散模型重复运行多次（跨度为 10 年），我们可以看到，以确定性预报作为决策依据，10 年平均（或预计）费用为 540 万美元；以随机性预报作为决策依据，同期费用为 380 万美元，节省率为 30%。



* 图 1 是对疏散模型进行时间扩展的结果。此图以为期 10 年的 40 场台风（包括表 1 中的 8 次台风）为背景，把基于确定性预报的决策、基于随机性预报的决策，以及只在风力等于或超过 50 节时才决定疏散的完美决策进行对照，展示三种决策方式导致的不同累积费用的差别。图中强调，第 27 号台风来临时，无论是基于确定性预报的决策，还是基于随机性预报的决策，都未能采取必要的防范措施，但后者在此 10 年期的对比示例中共节省了约 200 万美元。

在这个简单却说明问题的防御性 ORM 例子中，如果加入其它复杂因素，就会更加真实，但总的结果不会变化。例如，军事装备的保护经常涉及一系列的行动选择，以及程度不同的潜在损失。此模型可被扩大为在风速高达 60 节时选择以较低费用保护飞机，例如将飞机入库。但如果出现特强风力（超过 80 节），损害（损失）会大幅增加。在决策模型中加入代表这些复杂情况的因素，只会进一步支持在 ORM 决策过程中使用随机性预报的优势。¹⁴

应用决策理论的关键是必须承认，只要决策依据的输入数据中包含无常因素，就不可能做出一贯正确的决定。不利的结果（虚警和 / 或损失）肯定会发生。因此，我们在力求完美决策的同时，必须在虚警和潜在损失之间谋求平衡，力争通过时间的积累将费用降到最低程度。这种决策优化，可以在坚实的随机性输入数据的基础上实现，而集成预报方式能提供这样的气象预报输入数据。

进攻性作战风险管理 (ORM) 示例

进攻性 ORM 所追求的明智决策是把重点放在使收益最大化。对于国防部的军事行动而言，这意味着（在资源有限的情况下）最大限度地发挥战斗能力，更有效地执行任务。本文以摧毁敌人空防系统（简称 DEAD）为例。¹⁵ 在下面的 DEAD 模型中，一个由四架 F-16 组成的战机编队奉命实施一系列的 DEAD 空袭，来削弱敌方地空导弹（SAM）的能力。

这次军事行动要求迅速且有效地将敌方地空导弹能力削弱到只剩 10%，为后面开展主要攻势扫清障碍。作战计划人员为这次 DEAD 行动配备了 63 万磅燃料，每次飞行任务消耗燃料 6 万磅，因此战机需要在 10 次空袭之内摧毁敌方目标，才能避免动用于随后支援行动所备的燃料。

鉴于敌人的 SAM 机动性强，且雷达无法跟踪，视觉搜索目标格外重要。此外，这一军事行动的交战规则严格规定尽量避免附带损伤。由于移动式的 SAM 经常出没于一些小村庄，战斗机飞行员只有在目测到袭击目标才能有效降低对平民利益的伤害。又由于地形复杂多变，只有云层高度为 3 千英尺（飞行水平 030）或更高时，才可能充分目测

到目标和地面形势。云层高度（CIG）的定义是，覆盖天空至少十分之六的最低云底的高度。¹⁶

DEAD 模型同上面介绍的疏散模型类似，也是从各种可能的云层状况分布中，随机性模拟多变的气象状态，这些可能的云层状况分布代表在约 2/3 时间内云层高度大于或等于飞行水平 030 的气象条件。¹⁷ 本模型假定确定性预报的平均随机性误差为 900 英尺，并以各种可能预报稍有差错的分布为基础，运用集成预报方式生成随机性预报。¹⁸

DEAD 模型要顺序历经一连串的周期事件（以小时表示，每个事件需要数小时），包括计划、装备、执行、恢复。如果决定不发动袭击，因为计划过程、飞行员准备和武器装备都必须从头来起，仍要算为一个完整周期。每次空袭成功可削弱敌方 SAM 最大能力 20%。但若空袭取消，敌人在此未成功的周期中能恢复 5% 能力（但永远不超过 100%），且补充的能力很强。任何一个给定的周期都可能有四种结果（括号中竖线左侧表示敌人能力被削弱 [-] 或增强 [+], 右侧表示燃料消耗）：

1. 空袭成功 (-20% | 60,000 磅): 执行空袭，天气状况佳
2. 没有机会 (+5% | 0 磅): 未执行空袭，天气状况不佳
3. 错失机会 (+5% | 0 磅): 未执行空袭，天气状况佳
4. 徒劳无功 (+5% | 60,000 磅): 执行空袭，天气状况不佳

以随机性预报为基础做决策的指挥官能运用概率预报更快地实施摧毁（见表 2）。以

确定性预报为基础做决策的指挥官也能完成使命，但决策失误更多。基于随机性预报的指挥官虽也做出错误判断，但在抓住机会方面有明显优势，此优势来自当云高大于或等于 030 的概率超越最佳阈值时就执行空袭。此阈值在每次周期前都要重新设定，它以敌方尚存的 SAM 能力和我方库存燃料的变化为基础计算。¹⁹ SAM 能力越低（敌方更弱）、

燃料供给越充足（我方底气更足），基于随机性预报的指挥官就能更加大胆，敢于抓住有利天气概率较低的机会也实施空袭。

为求以最优化过程实现 DEAD 行动的目的，一方面要敢于冒险，迅速消灭敌方 SAM 能力，另一方面要谨慎避免徒劳无功的出飞以减少燃料浪费，两者之间需要求得平衡。如果在每个周期都发动空袭，固然能确保抓

表 2：DEAD 模型的运行结果*

周期	指挥官以确定性预报为依据 (决策界线 = 030)					
	预报云高	是否空袭	观测云高	结果	敌人SAM%	燃耗(千磅)
1	062	否	068	成功	80	60
2	045	是	014	徒劳无功	85	120
3	022	否	045	错失机会	90	120
4	048	是	038	成功	70	180
5	035	是	035	成功	50	240
6	017	否	042	错失机会	55	240
7	038	是	027	徒劳无功	60	300
8	005	否	011	无机会	65	300
9	016	否	008	无机会	70	300
10	066	是	064	成功	50	360
11	025	否	032	错失机会	55	360
12	033	是	049	成功	35	420
13	125	是	115	成功	15	480
14	085	是	100	成功	0	540

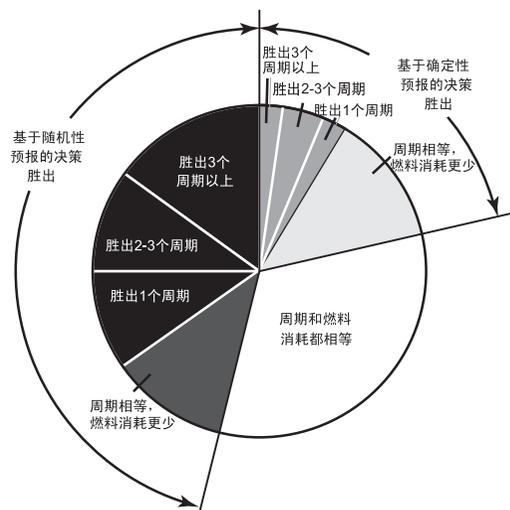
周期	指挥官以随机性预报为依据 (决策界线 = 百分比可变)						
	预报云高 ≤030 (%)	决策界线(%)	是否空袭	观测云高	结果	敌人SAM%	燃耗(千磅)
1	100	45	否	068	成功	80	60
2	55	39	否	014	徒劳无功	85	120
3	42	47	否	045	错失机会	90	120
4	95	50	否	038	成功	70	180
5	88	43	否	035	成功	50	240
6	38	33	否	042	成功	30	300
7	64	20	否	027	徒劳无功	35	360
8	22	31	否	011	无机会	40	360
9	17	38	否	008	无机会	45	360
10	100	44	否	064	成功	25	420
11	31	25	否	032	成功	5	480

* 此表就一次完整的军事行动，在相同气象条件下对基于确定性预报的决策和基于随机性预报的决策进行对比。以确定性预报为依据做决策的指挥官多用了三个周期和 6 万磅燃料（再增加一次空袭任务），才能完成彻底摧毁敌人防空系统的目标。

住每次可能的机会, 尽快摧毁敌人防空。但是, 很多架次会遇到不利的气象情况, 造成燃料的最大浪费, 并可能降低其余的空袭行动能力。所以, 如何尽可能有效地 (用最少时间) 和高效率地 (用最少燃料) 摧毁敌人的 SAM 能力, 是我们面临的挑战。

图 2 建立在多次运行 DEAD 模型的基础上, 显示指挥官运用随机性预报来优化决策过程所可预期的优势 (针对本文此例)。基于随机性预报的决策经常表现更好, 而且超出的幅度常常很大。基于确定性预报的决策有时会胜过基于随机性预报的决策, 或者二者不相上下, 因为随机的机会产生了一些非常理想的确定性预报。但确定性预报的主要不足, 是那些理想的预报并非可靠。事实上, 因为永远无法提前获知错误判断的数量, 基于确定性预报的指挥官经常成为无常因素的受害者。

整体的平均结果是, 基于随机性预报的指挥官比基于确定性预报的指挥官胜出 10% (完成任务的周期数为 10.1 对 11.2)。此外, 前者没有增加资源就提高了作战效果。总的来看, 基于随机性预报的决策实际上少用了 3% 的燃料。尽管这点节省可能微不足道, 但是不要忘记, 进攻型 ORM 更注重的是有效性 (effectiveness), 而防守型 ORM 更注重的是高效率 (efficiency)。在决策过程中充分运用对完整范围中各种可能性的了解, 对自然环境对作战任务产生的各种可能效果统筹考虑, 做出尽量正确的反应, 就能最大化发挥作战能力。但是, 正如疏散模型的比较结果一样, 基于随机性预报的决策当然不完美。一个假定完美的指挥官以少 20% 的周期和平均少 20% 的燃料, 就能达到摧毁敌人防空的目的。²⁰ 而真实生活中的指挥官需要把预报中



基于确定性预报的决策胜出	213	胜出3个周期以上	23
		胜出2-3个周期	39
		胜出1个周期	24
		周期相等, 燃料消耗更少	127
两者相等	327		327
基于随机性预报的决策胜出	460	周期相等, 燃料消耗更少	112
		胜出1个周期	102
		胜出2-3个周期	97
		胜出3个周期以上	149

图 2: 在 DEAD 模型上运行 1000 次不同作战行动的结果。

天生的无常因素考虑到决策之中, 最多只能做到接近完美。

我们可以扩大 DEAD 模型的范围和真实应用领域, 运用于其他许多可能的决策。譬如, 它不仅用于监测燃料的消耗, 还可跟踪其他关键因素的变化, 如军械及飞行员的可用数量等。如果遇到不利天气状况, 还可将原本执行 DEAD 任务的架次改为执行空袭次要的目标。另外, 原定把敌方 SAM 能力削弱到 20% 作为空袭行动成功的指标, 现在也可以稍做修改, 根据指挥官对每次空袭所出动架次的修改而定, 或者根据敌方在良好天气状况下隐藏的有效程度而定。如能在演习分析中增加对这些加强因素的考虑, 将使决策更

加优化，但底线结论仍然是，在进攻型 ORM 决策过程中，运用随机性预报能最大程度提供作战能力。

人类因素

良好的 ORM 决策，是在作战行动之风险和目的之间取得平衡的结果。上述决策模型的例子，详尽阐明了风险和目的的关系，并根据预订的优化规则做出决策。它表明，若用模型制订决策，要求决策所依据的输入和风险能被量化，且决策所依据的规则事先明确界定。在此模型中，决策的量化输入有后勤供给、敌方兵力、天气变化、武器效果，等等；决策依据的目也清楚明确，如重在降低费用，或者重在消灭敌人能力。

随着计算机与计算机交流的环境日臻成熟，计算机在决策中的作用也持续增加。由于计算机完全按照设计的程序进行操作，非常适应于在一个给定的环境中作平衡风险分析。计算机能从大量被量化输入中撷取广泛和复杂的数据，进行快速处理，严格遵循优化规则，做出合适的决策。计算机决策的不足在于，决策输入中若有无形因素参与，计算机可能会做出非优化的决策。

这些无形输入包括作战部队的士气，以及政治、战略、道德和宗教因素等。界定以及理解这些对作战任务的完成可产生巨大影响的因素，一般凭主观判断。决策者作为人，必须权衡相关的成本、行动的目的和风险。例如，在 DEAD 模型的情形中，假设不利天气持续数日，参战人员原来迫不及待地请战，现在无法执行空袭，士气急剧下降。如果新的预报继续显示不利天气（超过风险的容忍度），指挥官为了鼓舞士气，可能决定冒险发动袭击，以期大幅增加全盘成功的可能性。

人类处理无形因素的主观能力对决策过程有重大价值。遗憾的是，无论决策形势中的输入可否量化、是否无形，或二者兼而有之，人类也会做出不平衡的风险分析，从而导致非优化的决策。²¹ 人跟机器不一样，可能间或有意忽视优化规则。例如，在台风来临的形势下，决策人也许担心仕途，惟恐发生损失而毁其前程，于是，即使按照规则做出的决策认定飞机应驻留不动，他也可能选择疏散。

人类考虑问题也易偏于狭窄。面对一大堆量化的和无形的错综复杂的输入数据，且所有因素都包含不同程度的无常性，指挥官可能不知所措。于是通常的做法是根据主观判断权衡各种输入，择其重点，并据此决策。经验丰富者或可做出正确决定，但更多人则思维偏狭而导致决策失准。

对量化的随机性输入的误解也构成潜在的问题。若无法进行随机性的思维，决策者可能会偏离优化规则。人类倾向于用确定性（是 / 否）进行思维，并把任何超过 50% 的概率都转化为“将要发生”，反之亦然。此外，用不同方式表现风险信息可能导致不同的决策，因为人脑处理信息的过程中既受经验（如，感情因素）影响，也含分析成份。²² 比如天气预报说：“下雪的可能性为 70%”，“不下雪的可能性为 30%”，或者“下雪的机会为十分之七”，对这些用数字来表现的天气预报，想一想决策者会做出什么反应。

人类普遍容易犯的另外一个毛病是“一朝被蛇咬三年怕草绳”，意即决策受最近发生的不利后果的影响。比如上次决策不当而发生损失或者虚惊一场，在做下一个决定时，指挥官本能上就会有所顾忌，倾向于将最佳决策规则抛在一边（即使只是暂时），而想着

如何尽快填补上次的损失。可惜，这种短视做法从长远来看，只会使损失的费用越积越多。其最大的缺陷在于把一次失利（或有利）的结果作为衡量 ORM 成功的标准。

我们在 DEAD 模型中模拟了这种反应及其影响。在经历了一次徒劳的努力后（执行了飞行，但因天气不利，无功而返），基于随机性预报的指挥官便将下一轮任务决策的界线，提高到云高大于或等于 030 的几率必须达到 99%（只有在几乎完全确定天气为有利时，才会下令袭击），以防再次浪费资源。反过来也是这样，在错失一次良机之后（出现有利天气，却未执行飞行），指挥官便将下一轮的决策界线降低到 1%（只有在几乎完全确定天气为不利时，才会放弃袭击），以防止再次贻误战机。这种“一朝被蛇咬三年怕草绳”式的反应导致平均周期数从 10.2 上升到 10.7，平均燃料消耗从 39.8 万磅增加到 41.5 万磅。即使如此，这种结果仍比基于确定性预报的决策结果为好，但显而易见并没有做到最优化。

结语和建议

本文模拟了两种简单但真实的决策情形，说明一系列可能结果的随机性预报如何有助于作战风险管理。疏散模型展现出如何运用随机性预报大幅度节省资源（例如，采用防守型 ORM 来提高效率）；DEAD 模型展现出如何运用随机性预报来充分发挥作战能力（例如，通过进攻型 ORM 来提高效果）。随机性预报对确定性（单一值）预报具备优势，但此优势能带来多少好处，取决于作战任务对天气状况的敏感程度，确定性预报的熟练程度，恶劣天气发生的频率，等等。此外，人类因素对决策程序也产生正面或负面的影响。

要实现这些好处，需要在集合数据生成和应用的发展领域投入相当多的资源、努力和耐心。这些努力将有助于提升我们国家的伟大国力之一的先进技术水平。娴熟运用集成预报系统产生的随机性预报，能在当前和未来的冲突中提供超越对手的明显优势。反过来看，如前所述，在世界各国越来越重视随机性预报的大势下，如果我们不思进取，继续以确定性预报作为决策基础，可能会导致国防部处于劣势。

国防部能够而且应该利用外部来源（如国家气象局）的随机性天气信息，同时应在内部开展集成数据运作，以满足作战飞行需要。例如，为在伊拉克的巴拉德空军基地受沙尘暴影响的重大事件做一个可靠的天气概率预报，需要运行一个小比例的集成预报模型来模拟这一事件。这种制作代价昂贵，但能获得良好的费效比。为一个典型的战区（如中东）设计一个集成预报系统，按目前电脑硬件价格需要耗费数百万美元。疏散模型使用相当保守的估算，证明通过优化决策保护一架飞机，就能节省数百万美元。以此推而广之，我们有众多的飞机和国防部的其他作战装备都可能遭受灾害天气的破坏，有些甚至危及生命安全；还有，妥善保护这些财产必能增强那些受制于天气的作战任务的战斗力，其收益无疑远远大于成本。国防部应全力支持空军气象局部署一套坚实的集成预报系统（从 2009 年开始），为所有战区提供高质量的、满足军事行动需要的随机性预报。

除了生成集成气象数据之外，为运用这项技术，还要求决策者愿意并有能力将之用于决策过程。在今后几年，整个空军、其相关人员、程序，以及工具都需要进行变革，逐步转化为运用随机性预报开展客观决策。教育是变革的第一步，因为理解之后才能欣

赏其好处并熟练应用。国防部应将使用随机性预报的 ORM 纳入各层级决策者的训练中。下一步是分析对天气敏感的作战行动和过程，以确定最佳的决策界线（例如，如果主要空中加油航线上中度气流的几率大于或等于 35% 时，就选用替代航线方案）。军事研究部门有志于帮助国防部加强决策能力，当可在此项目上帮助解决规模和复杂性等方面的问题。²³

很显然，变革所涉及的方面太多，无法一蹴而就，应循序渐进。那些已经部分运用概率预报（例如佛罗里达州帕特里克空军基地空间发射行动）的用户，或者（因对天气特别敏感）将明显受益的用户，应尽早启动过渡计划，争取将时间目标定在 2009-2010

年。其他用户在准备妥当以后也可仿效，在此过程中，确定性预报将继续保持提供。

依靠确定性预报做决策已成当前惯例，改变既成的行为习惯将是变革的主要挑战。虽然确定性预报和随机性预报都在于帮助用户做出良好决策，二者的关键区别在于对不确定即无常因素的处理。确定性预报从根本上受限于不一致的预报错误（未知的无常因素）。随机性预报则对无常因素提供客观描述，支持决策者依照 ORM 原则制订最佳决策，这就是，只有在可能效益超过成本和可能损失时，才接受作战行动的风险。在此环境中，作战人员将充分利用预报中的无常因素——而不是成为其受害者——从而推动实现 21 世纪空军聪明作战计划的目标。□

注释：

1. Hon. Michael W. Wynne, secretary of the Air Force, "Letter to Airmen: Air Force Smart Operations 21" [空军部长迈克尔·温恩“致空军全体官兵的信：空军 21 世纪聪明作战”，8 March 2006, <http://www.af.mil/shared/media/document/AFD-070205-087.pdf>].
2. Roger A. Pielke Jr. and Richard T. Conant, "Best Practices in Prediction for Decision-Making: Lessons from the Atmospheric and Earth Sciences" [决策预测的最佳做法：从大气和地球科学中汲取的教训], *Ecology* 84, no. 6 (2003): 1351-58, http://sciencepolicy.colorado.edu/admin/publication_files/2003.22.pdf.
3. Edward N. Lorenz, *The Essence of Chaos* [混沌学的精髓], (Seattle, WA: University of Washington Press, 1993), 77-79.
4. Allan H. Murphy, "The Early History of Probability Forecasts: Some Extensions and Clarifications" [概率预报的早期历史：一些延伸和澄清], *Weather and Forecasting* 13, no. 1 (March 1998): 5-15, <http://ams.allenpress.com/archive/1520-0434/13/1/pdf/i1520-0434-13-1-5.pdf>.
5. Maj Frank P. Scruggs Jr., "Decision Theory and Weather Forecasts: A Union with Promise" [决策理论与天气预报：一个充满希望的结合], *Air University Review* 18, no. 5 (July-August 1967): 53-57, <http://www.airpower.maxwell.af.mil/airchronicles/aureview/1967/jul-aug/scruggs.html>.
6. Brig Gen Lawrence A. Stutzriem, director of weather, to commander, Air Force Weather Agency, memorandum, 4 October 2006. 空军气象局长劳伦斯·斯图茨里姆准将给空军气象局司令官的 2006 年 10 月 4 日备忘录。
7. Air Force Instruction (AFI) 90-901, Operational Risk Management, [空军指令 90-901：作战风险管理], 1 April 2000, 2, <http://www.e-publishing.af.mil/pubfiles/af/90/afi90-901/afi90-901.pdf>.
8. Yuejian Zhu et al., "The Economic Value of Ensemble-Based Weather Forecasts" [集成天气预报的经济价值], *Bulletin of the American Meteorological Society* 83, no. 1 (January 2002): 73-83, <http://ams.allenpress.com/archive/1520-0477/83/1/pdf/i1520-0477-83-1-73.pdf>.

9. 一般而言, 确定何时采取行动的最佳概率决策阈值, 可通过数学运算获得, 此过程将权衡各种因素, 如采取行动所耗费的成本, 未加保护而任凭事件发生可能造成的损失, 或不采取行动而误失的好处, 等等。这里的简单例子以 35% 为决策阈值, 其计算为抗冰冻化学品的成本除以铲雪的成本。
10. National Research Council Committee on Estimating and Communicating Uncertainty in Weather and Climate Forecasts, Completing the Forecast: Characterizing and Communicating Uncertainty for Better Decisions Using Weather and Climate Forecasts [国家研究委员会天气和气候预报无常性评估和交流专题组: 完善气象预报, 描述无常性特征, 改进基于气象预报的决策], (Washington, DC: National Academies Press, 2006), 20, <http://www.nap.edu/catalog/11699.html>.
11. 气候台风条件通过伽马分布表现, (参看 Jay L. Devore, Probability and Statistics for Engineering and the Sciences, 4th ed. [工程和科学的概率和统计第四版], [Belmont, CA: Wadsworth Publishing Company, 1995], 167-169)。伽马参数是, $\alpha = 3.8$ 和 $\beta = 10.3$, 分别代表热带和海洋环境下各种可能真实的台风风速范围。每次台风在基地的(观测的)实际风力, 从一个较小的分布中随机抽取, 它是从全部的气候分布中抽取的中值, 平均标准误差为 12 节, 同确定性预报的误差保持一致。
12. 在疏散模型中, 风力超过和等于 50 节的概率计算为 $1 - p$ (p 是分布中的累积面积), 是从抽取事实的相同分布中获得, 不同点在于它有一个额外的平均中值误差 1.5 节和一个平均标准误差 -10%。
13. 如果采用最佳决策阈值(在疏散模型中成本和损失的比例为 15%) 之外的其他值, 将导致较差的计算结果。基于随机性预报的指挥官如果想完全避免昂贵的损失, 将可能在灾害性强风的发生概率很低的情况下, 也选择疏散, 其结果在疏散模型中触发多次虚警, 导致整体费用平均高出 58%。反过来说, 如果指挥官主观臆断, 把灾害性强风的发生概率为 50% 作为执行疏散的阈值, 将导致大量损失, 整体费用平均高出 32%。
14. Allan H. Murphy, "Decision Making and the Value of Forecasts in a Generalized Model of the Cost-Loss Ratio Situation" [成本和损失比例情况下广义模型中的决策和预报价值], Monthly Weather Review 113, no. 3 (March 1985): 362-69, <http://ams.allenpress.com/archive/1520-0493/113/3/pdf/i1520-0493-113-3-362.pdf>.
15. DEAD 行动类似于压制敌人防空火力 (SEAD) 的作战行动, 区别在于前者以摧毁为目的, 后者以抑制为目的。
16. American Meteorological Society, Glossary of Meteorology [美国气象学会气象学术表], <http://amsglossary.allenpress.com/glossary> (accessed 11 November 2006).
17. 气象学的云高条件(数百英尺)用伽马分布来表示, 其参数为 $\alpha = 2.7$, $\beta = 15.2$ (见注释 11), 代表中纬度和山地环境下的各种可能的真实云高条件。每个周期的真实(观测的)云高都是从一个较小的分布中随机提取, 它是从全部的气候分布中提取的中值, 平均高度 900 英尺, 同确定性预报的平均误差保持一致。
18. 在 DEAD 模型中, 云高超过或等于 030 的概率计算为 $1 - p$ (p 是分布中的累积面积), 是从抽取事实的相同分布中获得, 不同点在于它有一个额外的平均中值误差 150 英尺和一个平均标准误差 -10%。
19. 最佳的随机性决策阈值 (T) 可由以下公式导出:
- $$T = \frac{(S_{\%} - O_{\%}) F_m}{D_{\%} F_r}$$
20. 在理想决策中, 实现 DEAD 行动目标(例如, 能抓准每次有利天气执行飞行任务)所需的平均周期数 (P) 可由以下公式导出:
- $$P = \left[\frac{100\% - O_{\%}}{D_{\%}} \right] \left[1 + \left(\frac{R_{\%}}{D_{\%}} \right) \sum_{n=1}^N C^n \right]$$
- 其中, $O_{\%}$ 是敌人 SAM 能力必须被削弱的目标百分比, $D_{\%}$ 是敌人 SAM 能力在一次成功空袭中被摧毁的实际百分比, $R_{\%}$ 是在一次不成功空袭中敌人 SAM 能力得到恢复的百分比, C 是不利天气发生的比例, N 是指数级的长度。
21. National Research Council Committee, Completing the Forecast [国家研究委员会专题组: 完善气象预报], 33-44.
22. 同上, 34 页。
23. Military Operations Research Society, The World of MORS: Growing Analysts, Expanding Toolsets, Improving Analysis [美国军事运筹学会 (MORS) 的世界: 壮大分析人员, 扩充分析工具, 提高分析结果], 1-2, <http://www.mors.org/publications/2006wom.pdf>.

在网络中心战中整合气象信息 —— 论美国空军气象局人力资源的重新配置

Integrating Weather in Net-Centric Warfare — A Case for Refocusing Human Resources in Air Force Weather

斯科特·T·赫克曼，美国空军上校 (Col Scot T. Heckman, USAF)

提要：空军气象局编制在缩减，与此同时，空军的网络中心战能力在不断加强，气象简报官当面汇报气象的做法已不合时宜，气象预报改革乃大势所趋。并且，网联的空军将更要求气象预报具备良好的连贯性。本文作者建议，预报自动化和预报修正自动化是空军气象局改革的主要内容，如果这些改革能付诸实施，应可消除人力不足的潜在瓶颈，为决策者提供更详细的预报，让所有使用者更快地存取气象信息。



气象官开始落伍和过时，沦为网络中心化的牺牲品。当今世界，互联网把人们连接起来，受天气影响的人们能直接从互联网中存取气象信息，将天气因素融入到自己的决策程序中。过去的气象简报官，既是气象专家也是信息瓶颈，把守着气象数据库的大门，但其“风雨官”的作用将不复存在。为跟上网络中心战的发展步伐，空军气象局必须大刀阔斧地开发和配置网络中心信息存取功能，并重新定位气象简报官的作用。具体地说，在人员编制不断缩减的情况下，如果空军气象局要继续满足那些越来越适应网络中心化的决策者的需求，就必须推行预报修正程序自动化，取消气象简报官岗位，并解决气象数据缺乏连贯性的问题。

背景

若要理解网络中心化和空军气象局运作之间的相互作用，需要对二者的基本概念有一些了解。根据“落实网络中心战”空军文件的定义，网络中心战的特点是，分布于不同地区的军队具有高度共享战场态势感知的能力，并根据司令官的意图，利用这种共享的战场感知去实现战略、战役和战术目的。¹ 各级指挥官经由网络获得不断增加的信息共享，可以取得规模效果（增强战斗力）、更大的决策优势、更快的指挥速度，以及自我同步化。² 诚如“网络中心环境联合功能概念”所述，实现网联后，各部队无需重复联系上级指挥，而是依靠连贯信息，取得自我同步，获得共享感知，实现同步作战。³

国防部颁布的“2003年转型计划指南”特别规定：“落实国防部的军队转型战略，将推动军队从工业时代向信息时代转移。信息时代的部队将更多以网络为中心，较少以平台为中心。”⁴ 网络中心战将增加上下级和所有功能部门的连通，而不仅限于指挥和控制（C2）之间。“网络中心环境联合功能概念”

指出, 既然 C2 节点已连接得相当好, 网络中心环境的真正力量在于连接军队的其他功能部门和末梢环节。⁵

军队转型办公室负责监督转型工作的进展, “转型计划指南” 指导每个军种编制一份转型路线图, 解决其向网络中心战转型等问题。军种网络中心战项目包括联合战术无线电系统、空军机载 Link-16 数据链、泛国防部全球信息栅格网络基础设施项目、海军协调交战能力数据链, 以及陆军二十一世纪作战指挥旅及旅以下数据链系统。⁶

此外, 为了提高各部队对态势感知的共享, 以及协同决策的能力, 各军种都在积极加强各部队间的网联度, 并利用这种新的能力开展新战术、新技术和新程序的实验。⁷ 网络中心战技术和程序虽很新, 但在“伊拉克自由”行动中仍获得许多成功。例如, 数据链和蓝军跟踪系统减少了友军误伤事件, 而且新数据链采用的程序能做到在 45 分钟内发现并打击目标。⁸

在论述气象作战之前, 我们应先给本文中的“决策者”下定义。具体地说, 决策者是接收气象信息并依据此信息采取行动的个体。因为气象环境在某种程度上几乎影响每项使命和功能, 所以此处刻意扩大决策者含义的外延。的确, 本文的要义能影响读取气象信息的所有人。

空军准则文件 AFDD 2-9.1 《气象作战》对气象行动的论述是: “空军气象作战实施五个核心程序——搜集、分析、预测、修正和整合——以归纳环境特征并利用环境信息。⁹ 这种特征归纳过程包括搜集由国防部、美国政府和外国部门对环境的测量资料、分析这些测量数据、并预测环境的未来趋势。这个过程的结果是生成一个对环境的四维描述(纬

度、经度、高度、时间), 描述内容包含各种环境参数, 如风速/风向、温度、压力、湿度、云层和降雨量, 等等。为便于军事决策者对信息的利用, 我们必须从环境参数进一步导出决策参数, 如云幕高度、能见度、无云视线、热对比度, 等等, 其中有些数据(如: 风速)兼作决策参数。进一步, 我们按照具体作战任务的需要, 对某具体时间和具体地点的决策参数加以修正, 融合起来, 制作成直观形式(路线图、表格、图表等), 并把结果做成标准格式, 供指挥官纳入其决策过程。如果决策者设定了行动的限值(或阈值), 我们可以在最后产品报告中突出显示相关数据。然后, 我们再测量或生成气象数据并以产品的形式向决策者提供气象信息, 即把搜集的信息制作成特定格式的总结文件(文字、路线图、图表等形式)。我们预计, 通过未来网络中心数据管理和服务体系, 我们将有能力及时处理和传送海量信息。

向决策者提供的气象信息必须准确、及时、相关、连贯, 且便于存取。信息准确有助于决策正确; 信息及时能防止决策延误; 信息相关能让决策者迅速参照有关数据; 信息连贯能确保决策的所有参与者不会收到相互矛盾的气象报告; 信息便于存取意味着决策者能随时读取到以可行格式表述的所需信息。

趋势

一方面, 部队网联程度在提高, 网络中心决策过程要求我们的气象情报保持连贯性; 另一方面, 空军气象局编制在紧缩。由此下去, 势将减弱空军气象局支持网络中心决策者的能力, 除非空军气象局能调整资源, 从以人工为基础的预报修正过程转向一种更自动化的方式。

要求提高网联性

网络中心战的网络革命将从根本上改变通讯方式，本文以网络界面使用的程度来分类。在这个概念中，机器通讯需要网络界面，但人类通讯则不需要。例如，机与机（M2M）通讯需要一台计算机应用程序自动从另外一台计算机中得到信息，另外一台计算机通过网络自动作出回应。人与人（H2H）通讯不需要网络界面（即使一些声音通讯最终通过网络才能实现，例如：网络协议语音技术），这样的例子包括向司令官和他的参谋人员口述气象简报，作战军官之间电话交谈，或者地面部队经由语音通讯将目标坐标传送给飞机驾驶员。人机（M2H）通讯需要一个网络界面，其情景正如人使用电脑进入一个网页，或从数据库中提取信息一样。

由于各级指挥决策者都能进入网络，气象信息的主要通讯形式将从 H2H 转变到 M2M 及 M2H 方式。人与人之间的语言通讯不再是主要通讯形式，而让位于能传递详细数据的网络通讯。通讯不再受限于距离或某些频率，决策者将能存取整个网络（经由回取）。主要的指挥和控制节点传统上具有这种信息存取的能力，但是网络中心战的目的是将这种网联能力延伸到最基层的战术层面：驾驶舱、坦克，乃至班排战士。过去，由于通讯上的局限或者空军气象局人员编制的不足，有些决策者难以获取气象信息；现在进入网络通讯时代，他们将要求获得信息存取能力，并且需要气象服务的决策者数量将不断扩大。

要求增强信息连贯性

实现自我同步化需以共享态势感知为基础，故而特别重视信息的连贯性。¹⁰ 共享的信息如相互矛盾，势必阻碍多方协作和自我

同步，因为合作者之间必须首先花时间理清矛盾，才能制定战术决策。

参与同一行动领域的所有决策者必须从一个连贯的、权威的来源获得气象信息，以防止协同行动受到干扰。举一个简单的例子：一架战斗机升空，预定在临界油位时进入空中加油航线。但是空中加油机获得的气象信息表明气象状况不允许空中加油，故而取消加油任务。尽管这种情况是可以控制的，但是设想一下，那些参与复杂的联合或多国行动的决策者们将如何应对，他们要筹划整个作战行动中自己的任务范围，需要尽力避免或减少气象的影响。连贯性是空军气象局行动的四项原则之一，是贯彻“同一战区，同一预报”的基础，联合作战准则 3-59《气象和海洋行动的联合准则、战术、技术和程序》对此有明确规定。¹¹

要求减少空军气象人员编制

由全球反恐战争的持久性所导致的最近预算中的诸多不确定性、2005 年提交的“四年防务评估报告”，以及前国防部长拉姆斯菲尔德提出的转型号召，共同催生了空军未来发展的新计划。空军急需更换老旧飞机，追加的资金却无法落实，因此计划在 2009 财政年底前裁军约 4 万人（12%）¹²。此外，空军前部长迈克尔·温推出了“空军 21 世纪聪明作战”计划，目的是改进程序，减少低效。部长希望把连续过程改进形成制度化，并“探讨更加高效地利用资源和人员的创新途径。”

¹³

在苏联解体后，美国空军就开始精简，持续至今。不过从 1985 年以来，空军气象局士兵士官的精简速度实际比整个空军为慢，但军官精简的情况则相反。空军气象局军官在编人数 2001 年下降到 1985 年水平的

43%，而整个空军 2001 年的人数相当于 1985 年编制水平的 62%。¹⁴

在人员和经费减少的压力下，空军气象局多年来一直通过提高程序自动化来减少人力，合并工作中心以降低管理开支，并利用其它机构（如美国国家海洋与大气层管理局和美国海军气象机构等）制作的气象数据。空军气象局必须要同时应对两方面的挑战，既要应对预算和人员减少适时地做出调整，还要划拨资金推动转型工作，以达到网络中心战的要求。

基于人工的预报修正将继续一段时间

修正预报的过程是把已测到的或预测的环境参数（如温度、风速、相对湿度等），转换为对具体任务的地点和时间有关的决策参数（如热应力指数、侧风、截获距离等）。例如，我们利用接近跑道尽头的风速测量数据来计算侧风分量，供飞行指挥人员决定是否继续飞行行动，或将飞机转移到其它机场。

1997 年，空军气象局启动了一项雄心勃勃的整改计划，重新划分了机构内大多数功能部门，调整了各部门的任务范围。在 1998 年 6 月出版的《安全飞行》中，空军气象局长弗雷德·P·刘易斯准将宣布，尽管人员减少，空军决定继续采用面对面气象简报做法。¹⁵空军气象飞行中队将在区域中心执行一些传统的气象飞行职能，允许小型飞行任务把重点放在修正指定区域的气象信息，更好地支持相关的决策者。贯彻这个做法在于强调由气象技术员根据具体作战行动修正气象信息，把最后产品提供给决策者。

为每项行动配备一个气象技术员的做法是否就是最佳作战保障方式，尚有争论。更重要的是，目前我们如果坚持这个做法，将

面临比 1997 年更多的限制。显然，生成一项信息产品需要一定的时间，而在特定时间中值班的气象技术员人数有限，这些因素制约着信息产品的生成速度。为保证提供高质量的作战保障，这些技术人员必须了解他们所支援的任务的性质和环境因素对所有决策者的影响，这通常需要大量的在职培训。为了及时拿出气象产品，他们必须知道行动的时间表和过程，如行动过程有变化，诸如起飞推迟或飞行航线变化等，他们需要相应做出调整。要让气象人员对航线目标变化随时提供支持，就必须为该作战行动配备专门的气象技术员，否则这样的支持几乎不可能。但由于人力实在有限，气象飞行不得不以一个气象预报来覆盖多个行动（通常称为气象“公文”，用于多项训练任务），其结果是为之投入更多的时间，而用于针对性预报修正的时间更少，或干脆承认气象部队没有能力支援一些决策者。同通过 M2M 存取信息数据库所生成的产品相比，这种局面导致气象支援延误、信息欠准确和详尽。在今后几年中，随着更多的决策者更愿意通过 M2M 或 M2H 获得详细气象信息，向他们提供支持的气象技术员人数将进一步减少，空军气象局必须面对这样的前景。

应采取的行动

空军气象局为了应对这种多层面的复杂挑战，必须对预报修正程序进行自动化，以满足 M2M 和 M2H 通讯的增长需求，并应改变以产品为中心的做法，转向以信息为中心，还要减少决策者使用的气象数据库内的信息不连贯性。

预报修正自动化

预报修正的自动化能使决策者直接从 M2H 网站存取信息，或对其决策支援系统进行编程，以能直接读取 M2M 气象数据库。他们不再需要呼叫气象技术员提供气象预报。自动化作为更好的选择有若干理由：

- 预报修正涉及从多种渠道搜集信息，确定任务地点和时间的各种数值，然后将信息纳入适当的程序和格式内。其自动化并不困难。
- 人工提供详尽信息的能力有限。但是网络存取功能允许决策者获取更加详细的信息，可以显示飞行航线中每一英里每一分钟的天气数据（例如，风速、温度、气流、结冰、雷暴可能性，等等），而不再使用需要机组人员解读的气象图。
- 人工处理信息容易出错和导致一定程度的不连贯，因为人脑思维不可能完美重复。但是自动化过程只要技术成熟，就具备完美重复能力，可对误差进行量化。以前所举的战斗机/加油机为例，我们看到自动化的预报修正能确保战斗机和加油机收到相同的加油航线上的天气预测，因为相同的算法能从数据库中的相同信息中得出相同预报。
- 几乎同步的网络存取不需要人工参与，也不需要等候人工响应（不再需要听到“请稍候，等待下一位气象简报官”之类的答复）。
- 可能得到的预报产品数量将大幅度地增加。决策者能使用为某个特定的测绘或制图技术来生成各种不同类型的产品，而不需要大量的人力或培训负担。
- 或许最令人信服的论据是网络存取所具有的扩展特性，网络能在不需额外增加

人手的情况下，处理众多决策者的访问量。在重大和复杂紧急情况下，气象人员可能无法及时部署，从而落后于战斗行动，而网络存取能力可以应对气象信息需求高峰而不必增加人力。

- 最后，在为数不多的必须采用 H2H 方式的场合，气象人员可运用成熟的 M2H 方法来对这些 H2H 要求做出响应。

当然，自动化软件的质量是这种方法取得成功的关键，我们需要耐心开发，不断测试，持久改进，才能建立对新技术的信任。在全面实行自动化的道路上，我们必须扫除以下若干障碍：

- 选择 M2H 和 M2M 的决策者必须负责自己存取气象信息和保持网络接入，需要理解网络存取气象内容的优点和缺点。这是一种根本性的文化转变，是将检索气象信息的责任从气象员肩上转移到决策者身上。
- 有些决策者不愿采用以网络为基础的信息存取方法，仍然要求通过 H2H 方式，从制作天气预报的预报员的汇报中获得气象信息。这种对 H2H 的需求，对空军气象局在机构改革中决定保留基于人工的预报修正，无疑是一种支持。很多决策者在被问及时都承认，他们在评估气象预报中的不确定性时，仍倾向于同气象员讨论。¹⁶ 但是空军气象局在帮助决策者评估气象预报的不确定性方面，所能提供的支持极少，这是一个严重缺陷。气象预报中含有不同程度的不确定性，客观上固然是源于大气环境初期的不确定状态，但究其主要原因，还是在于观察方法和范围方面的缺陷。决策者知道这种缺陷，因此在评估预报的不确定性

时总是把“风雨官”叫到跟前。空军气象局也承认存在这个缺陷，正在开发对不确定性量化的客观方法，希望将其纳入气象数据库中，供决策者们检索。空军气象局2006年4月发布的“环境生成概念的特征”已对这一新的能力加以阐述。¹⁷但在此之前，由于我们尚未研究出用人工来客观量化不确定性的方法，因此只能采用主观判断的方法，其之准确性在很大程度上依赖气象预报员的经验和知识。

- 自动化可能会影响精确性。目前，当气象员根据决策者的需要修正其预报时，主要是对基于计算机的预报进行调整，尽量消除计算模型中的失误和偏差，这通常能提高气象信息的精确性。如果在预报修正过程中不让人工参与，结果导致精确性显著下降的话，决策者会要求重新使用气象人员。因此在今后，当决策者从数据库检索出一份气象预报时，其精确度和详细程度必须等于或超过以前能的预报水平，在达到这个高度之前，预报人员应继续作为信息修正过程的一部分。我们不能为了提高信息存取方便程度和信息详细程度而损害精确性。如果人工能提高气象信息的精确性，这种努力的成效必须反映在“预测”过程中，使所得的结果进入气象信息数据库供使用者检索。
- 如何自动评估气象影响是我们面临的另一项挑战。空军气象局不遗余力地记载气象环境对其支援的各种任务和行动产生的影响，因为他们相信，为向决策者提供更好的服务，不仅需要提供气象信息，还要提供这种气象的“可能影响”。不过，尽管决策者希望获得气象影响的

评估意见，气象工作人员可能不都具备足够的资格来提供这种评估。决策者应自己评估气象对作战行动的影响，因为他们熟悉自己所执行的行动和可能的变通方法。为了帮助有关人员进行这方面的评估工作，空军气象局和陆军研究实验室合作，研究出一套规则，用以指导从决策参数评估出对行动的影响。¹⁸在网络中心环境中，我们可将这些指导规则转为基于网络的服务，让决策者全面控制这些规则集，并根据具体情况加以修改。

- 一些决策过程需要环境专家的参与。在涉及流动和互动决策过程和对环境敏感的行动中，决策者可能放弃自己检索数据库的做法，而指定专人来评估气象环境的影响。被指定的环境专家（不一定是气象技术员）可以使用M2H界面和网络服务来编制针对任务具体需要的信息。

从以产品为中心转向以信息为中心

如果未来通过网络存取气象信息，那么对信息的任何人工修改，将在网络中心的数据库中进行。这个转变将迫使空军气象局改变其运作方式 — 从以产品为中心转向以信息为中心。空军气象局必须将其精力（尤其是人力）集中于如何最大程度优化决策参数的精确度，同时依靠自动化来生成气象产品。以产品为中心的方法有下列缺点：

- 在大多数情况下，人工作业将空军气象局的人力捆绑于某个时间表，无法跳过某些产品选择，或允许发布自动化产品。有限的人力制约着不同产品的数量和更新的频率。

- 气象人员即使在完全良好的气象条件下，在自动化产品就能满足需要时，也必须拿出产品来。
- 如果对某个具体产品的需要增加，有关部门必须抽调人力来满足其需要。但以信息中心的方法仅需从数据库中取得产品就行，这样可腾出人力按照需要修改数据，而不必担心产品的生产本身。

在这方面，空军气象局可遵循国家气象局的作法，后者建造了国家数字预报数据库并采取以信息为中心的方法。¹⁹ 空军气象局的气象预报部队可在办公地调整数据库，用产品生成软件来生成各种产品，包括终点机场预报、恶劣天气警报，以及国家海洋与气象管理局预报电台广播，等等。

空军气象局正逐渐向信息中心运作方式发展。2006年1月，空军气象局完成了“在网络中心战概念中运用环境信息”课题研究。该文最权威地论述了空军气象局向信息中心程序发展的意图。²⁰ 虽然在信息修正过程中需要纳入人力的“调整”，这个文件要求把结果输入气象数据库中，便于决策者检索。在2005年12月提出的空军气象局联合环境软件工具箱项目中，也包括对建立信息中心预报运作方式的一些要求。这些要求将在空军气象转型的过渡阶段发挥作用，并且，如果此项目继续超进度和超预算，应作为优先事项完成。²¹

转型的过渡仍需要动力。到2007年3月为止，空军指令AFI 15-128《空天气象作战：职能和责任》继续要求非常具体的产品，将气象飞行的任务定为“制定和执行完成行动任务所需的预报程序，修正气象产品以满足作战使用者的需要，”并且“从战术决策援助和整合气象效果决策援助角度提供修正后

的气象产品，根据与总部/上级单位的协调，预测放飞/不放飞的气象门槛。”²²

改进信息连贯性

正如此前所述，网络中心战需要共享态势感知和协调决策，因此要求气象信息具备连贯性。不连贯性本身有多种表现形式，最常见的是信息冗余。如果协同过程中的两位决策者从不同来源获取气象信息，由于预报模式不同、预报人员不同、甚至修正软件不同，收到的预报很可能互相矛盾。另外，当一名预报员用最新信息对一个特定时间和地点的预报进行更新时，也会出现短暂的不连贯性。再者，由于误差会随着时间增加（例如，星期五发布的下星期一的预报[三天预报]，通常不如星期六发布的预报[两天预报]精确），气象预报需要不断更新，直到行动前的最后一刻。太空气象预报中的不连贯性通常出现在预报模式或预报机构的边界接口部位。在多数情况下，由于气象的自然变化，太空预报中的不连贯性并不明显。但是，在某些情况下，通常在类别预报中（如，轻微、中度或严重涡流），会出现气象自然变化无法解释的不连贯性。最后，在预测中加入人工干预，通常可提高精确性，但却降低连贯性，因为两名预报员虽然得到的输入信息相同，却会产生不同的输出。

为了彻底杜绝不连贯性，参与协同决策的所有人必须从相同的、完全连贯的气象数据库中存取。为优化数据库的连贯性，我们必须裁分或者融合（另外一种说法是“集成”）不同的预报模型，细心监视任何人员的参与，以确保信息连贯性。²³ 在未来的网络中心世界里，我们能满足第一个需要，但对信息的存取尚无法完全控制。第二个要求只有通过集中控制信息产品生产过程并将人员的参与

减少到可集中管理的规模，才能成为可能。最后，如果人工干预的确可以提高信息的精确性，是否还应该减少人员参与？精确性和连贯性孰轻孰重？

空军气象局、海军和国家气象局都生成和保持重叠及冗余的气象数据库。在空军气象局内部，这些冗余的数据库保存在气象生产中心和区域气象飞行中队中。虽然美国空军 USAF/A30《管理网络中心环境数据和服务生成的概念》论述了空军气象局将如何设法解决这个问题，但实施行动进展缓慢。²⁴在数据库由谁主管的问题上，各军种之间和各机构之间还有许多问题需要解决。

展望未来

在不损害空军气象局同决策者关系的情况下改革空军气象局，意味着空军气象局的领导层必须开发出所需的技术并在过渡中进行谨慎的管理，包括主动地改变空军气象局和决策者的文化思维。

技术

空军气象局的未来，在于开发出本文所倡导的灵活的自动化预报修正应用程序。如果这些应用程序证明不可靠，或者很难部署，决策者将不愿使用，将坚持由气象技术员提供信息。在这种情况下空军继续削减气象人员编制，将影响气象对作战的保障能力，我们将失去预测并利用气象信息的机会。

因此我们必须确保应用程序的有效性，使气象技术员在气象数据库中生成或调整信息，而不是按照任务需要修正气象产品。在着手开发之前，空军气象局必须花费一些精力验证人工干预是否能提高信息的准确性。但如果假定人工干预总是能提高精确度，那

么空军气象局这项努力的结局，有可能是花费了宝贵的研究资金（和时间），开发出来的应用软件却对决策者作用甚微甚至毫无用处。

空军气象局必须尽快实施标准的 M2H 和 M2M 交流界面，确保为决策支援系统的开发人员提供这种条件。如果空军气象局延宕，也将会丧失把气象信息融入关键决策周期的机会。

过渡

我们必须谨慎地控制三个过渡，才能达到预定的最终状态：通过使用自动化预报修正应用程序，将决策者的接口从 H2H 改为 M2H 或者 M2M；改变气象技术人员的习惯做法，从根据作战任务需要修正气象预报转为在气象数据库中调整气象信息；改变国防部气象管理结构，从分散管理转为分布式集中管理。

从 H2H 向 M2H/M2M 过渡包含两个部分。首先，空军气象局必须建立一个 M2H 或 M2M 候选接口。接口的可控性要求决策者有一个标准接口，此接口有足够的灵活性来适应他们很多具体的气象产品需要。空军气象局传统上允许气象技术员驻在部队之中，同受援决策者一起制定气象产品。但是在使用标准界面后，对产品要求的搜集、排序和解释等，都容纳在同一套生产能力之中。第二，我们必须向决策者灌输 M2H 或 M2M 的好处，说服他们过渡到新的通讯形式，并采取必要的措施帮助他们适应。在过渡的初期，我们应挑选一些决策者作为试点，形成样板后再向同类决策者推广。例如，选择一个 F-16 作战部队作为试点，建立过渡程序后再推向其他 F-16 作战部队。空军气象局应对过渡过程集中监管，不仅在出现问题时给与帮助，

并且决定何时把气象技术人员调往其它工作任务和地方，何时开始用在线信息、中央呼叫中心 and / 或出差做法来取代专家值守解答的做法。

气象预报从以产品为中心向以信息为中心过渡，将要求空军气象局对指令文件和训练大纲中与预报修正有关的部分进行重大修改，这种过渡代表着空军气象局的重大思维转型。在以往的思维中，预报修正一直是气象部队的中心环节。现在，区域气象飞行中队开始以信息中心的方式执行一些功能，发布跟所有任务相关的区域气象产品，为按具体任务进行修正提供基础数据。更多的气象技术人员必须将关注点从具体任务转移到处理气象信息。例如，一个参加气象飞行的技术员不再需要为伊拉克战区内的 C-130 运输机提供针对每次飞行的一系列气象简报（如国防部 175-1 文件规定），因为自动化预报修正软件会按照运输机机组人员的要求自动生成所需的气象产品。这位气象技术员或许也和气象行动飞行中队一道形成团队工作环境，把精力放在跟踪正通过伊拉克的冷空气前锋，准确预报有关的温度、风力、降雨量、气流和结冰，因为这会影响整个地区的所有行动。气象飞行中的技术人员不再产生产品，而是作为“认可的专家，为联网存取和理解环境信息提供帮助”。²⁵

最后，国防部必须解决不同来源的气象信息之间的冲突。美国海军和空军都具有生成气象信息的庞大基础设施。虽然过去 15 年来两个军种之间的重叠有所减少，但权威部门只能是一家，由此部门来决定某个特定时间和地点的气象环境特征数据，由该部门按决策者的要求提供连贯信息，同时认真查看其它各种重叠性信息输入，砍掉那些无法以

良好费效比提供有效信息的部门，最后可能导致国防部内各种气象中心合并。

结语

国防部实施网络中心战将增加下级指挥之间、以及整个非指挥与控制功能之间的网联程度。国防部各军种目前正积极加强各兵种及部队之间的网联性，并结合新战术、新技术和程序进行实验，以充分利用这项新能力，谋求改善部队间态势感知共享和协同决策能力。

各级指挥层决策者的联系一旦贯通，将需要经由网络更频繁地存取针对具体任务的修正气象信息，而无需气象简报官直接汇报。鉴于决策者数量在增加，气象人员编制在减少，空军气象局必须实行预报修正程序的自动化，否则将无法满足这种需要（尤其是在大规模紧急行动中）。另外，协同决策对信息的连贯性提出更高要求，从而进一步突出了气象产品生成自动化的必要性，要求我们采取措施，加强气象数据库中的连贯性。

预报修正自动化虽然意味着空军气象局的重大改革，但将消除编制缩减形成的潜在瓶颈，生成更详尽的信息，并提高使用者存取速度。为了确保有效性，空军气象局还必须转向以信息为中心的气象预报方式，这种方式把人工调整的预报和不确定性预测存入人数据库，供决策者通过自动化预报修正服务以及 M2H 和 M2M 界面来存取。

气象预报对国防部履行使命十分重要，但是气象简报官当面汇报的做法即将成为历史。以网络为中心存取气象信息的做法是未来潮流所向，空军气象局必须顺流而上。□

注释:

1. The Implementation of Network-Centric Warfare [实施网络中心战], (Washington, DC: Office of the Secretary of Defense, Office of Force Transformation, 5 January 2005), i, http://www.oft.osd.mil/library/library_files/document_387_NCW_Book_LowRes.pdf.
2. David S. Alberts, John J. Garstka, and Frederick P. Stein, Network Centric Warfare: Developing and Leveraging Information Superiority [网络中心战: 开发和利用信息优势], 2nd ed., rev. (Washington, DC: CCRP Publications, February 2000), 2, http://www.dodccrp.org/files/Alberts_NCW.pdf.
3. Net-Centric Environment Joint Functional Concept [网络中心环境联合功能概念], version 1.0 (Washington, DC: Department of Defense, 7 April 2005), 23, http://www.dtic.mil/futurejointwarfare/concepts/netcentric_jfc.pdf.
4. Transformation Planning Guidance [转型计划指南], (Washington, DC: Department of Defense, April 2003), 9–10, http://www.oft.osd.mil/library/library_files/document_129_Transformation_Planning_Guidance_April_2003_1.pdf.
5. Net-Centric Environment Joint Functional Concept [网络中心环境联合功能概念], 2.
6. Clay Wilson, Network Centric Warfare: Background and Oversight Issues for Congress [网络中心战: 向国会介绍相关背景和监管问题], Report RL32411 (Washington, DC: Library of Congress, Congressional Research Service, 2 June 2004), CRS-15–19, <http://www.fas.org/man/crs/RL32411.pdf>.
7. Implementation of Network-Centric Warfare [实施网络中心战], 50.
8. Wilson, Network Centric Warfare [网络中心战], CRS-22.
9. AFDD 2-9.1, Weather Operations [空军作战准则 AFDD 2-9.1: 气象作战], 3 May 2006, 8, <https://www.dodccrp.org/files/afdd2-9-1.pdf>.
10. 《网络中心环境联合功能概念》第 29 页将连贯性定义为: “信息中没有差异和矛盾”。
11. AFDD 2-9.1, Weather Operations [空军作战准则 AFDD 2-9.1: 气象作战], 6; and Joint Publication 3-59, Joint Doctrine, Tactics, Techniques, and Procedures for Meteorological and Oceanographic Operations [联合作战准则 3-59: 气象和海洋行动的联合准则、战术、技术和程序], 23 March 1999, v, http://www.dtic.mil/doctrine/jel/new_pubs/jp3_59.pdf.
12. Gen T. Michael Moseley, “CSAF’s Vector: Shaping and Transforming the Force” [空军参谋长简报: 部队转型和成型], 23 August 2006, <http://www.af.mil/library/viewpoints/csaf.asp?id=262>.
13. Secretary of the Air Force Michael W. Wynne, “Letter to Airmen: Air Force Smart Operations 21” [致空军将士: 空军 21 世纪聪明作战], 8 March 2006, <http://www.af.mil/library/viewpoints/secnaf.asp?id=219>.
14. Maj Tom Blazek, Headquarters USAF/A3O-WR, to the author, personal communication [Blazek 少校与我的私人通信], 15 September 2006.
15. Brig Gen Fred P. Lewis, “Air Force Weather: Re-engineering for Aircrews” [空军气象部队转型再造], Flying Safety, June 1998, 9–12.
16. 在缺少正式民调数据的情况下, 我同 C-130 驾驶员 Dennis Parnell 上校和 B-1 驾驶员 Steve Hiss 中校的私人通信可以证实我们在过去 20 年中对气象不确定性的讨论和互动。
17. Characterizing the Environment Enabling Concept [环境生成概念的特征], (Washington, DC: Headquarters USAF/A3O-W, April 2006), 10.
18. Richard C. Shirkey and Melanie Gouveia, “Weather-Impact Decision Aids: Software to Help Plan Optimal Sensor and System Performance” [受环境影响的决策: 运用软件优化传感器和系统运行], Crosstalk, December 2002, <http://www.stsc.hill.af.mil/crosstalk/2002/12/shirkey.html>.
19. Harry R. Glahn and David P. Ruth, “The New Digital Forecast Database of the National Weather Service” [国家气象局的新数字预报数据库], Bulletin of the American Meteorological Society 84, no. 2 (February 2003): 195–201, <http://www.weather.gov/ndfd/resources/bamsarticle.pdf>.
20. Exploit Environmental Information in Net-Centric Operations Enabling Concept [在网络中心战概念中运用环境信息], (Washington, DC: Headquarters USAF/A3O-W, January 2006), 1.
21. See The Request for Proposal for the Joint Environmental Toolkit [要求提供联合环境工具箱建议书], http://herbb.hanscom.af.mil/esc_opps.asp?rfp=R582.
22. AFI 15-128, Air and Space Weather Operations: Roles and Responsibilities [空军指令 AFI 15-128 空天气象作战职能和责任], 26 July 2004, 13–14, <http://www.e-publishing.af.mil/shared/media/epubs/AFI15-128.pdf>.
23. 集成预报是结合多种预报来决定一个最可能的答案和一组可能的答案。
24. Managing Net-Centric Environmental Data and Services Enabling Concept [管理网络中心环境数据和服务生成的概念], (Washington, DC: Headquarters USAF/A3O-W, May 2006), 1.
25. Air Force Weather Operations Functional Concept [空军气象行动功能概念], (Washington, DC: Headquarters USAF/A3, November 2005), 15.

空军土木工程部队在平叛作战中的作用

The Role of Air Force Civil Engineers in Counterinsurgency Operations

肯德尔·布朗博士、专业工程师、美国空军预备役中校 (Lt Col Kendall Brown, USAFR, PhD, PE)



在支持平叛作战中，空军通用任务部队的作用是什么？这是 2007 年 4 月在阿拉巴马州马克斯韦尔空军基地召开的“空军 2007 年平叛作战研讨会”上，组织者提出的论题之一。兰德公司的大卫·奥切曼尼克 (David Ochmanek) 提交的论文分析了全球发生过或可能发生叛乱的地区，指出美国从在这些地区的国家利益出发，可能决定派遣美国军队参与。¹ 奥切曼尼克的结论是，空军的通用任务部队，如可快速调遣的重型作业“红马”中队 (Red Horse) 和主基地工程应急部队 (Prime BEEF)，尚欠充足，不足以保障平叛作战的需要。那么，平叛作战环境中空军土木工程部队的作用是什么？他们在联合或者多国作战行动中为空军建立了支持基地之后，又能给作战使命本身带来什么？他们有什么特别的能力？我们能否索性将这一功能外包给民营机构或者其它军种？要回答这些问题，我们必须回顾空军土木工程部队的起源和历史，审视其能力，然后为其在将来平叛作战行动中的可能应用找到定位。

空军土木工程部队的历史

自 1918 年开始，美国陆军建立了专业部队来支持日益发展的航空设备的需求。² 在第二次世界大战中，陆军工兵的建制内设立了航空工程师营和空降工程师营，负责建设、维修和保卫海外战场中的陆军航空兵机场。³ 美国空军于 1947 年正式成立以后，空军基地设施的建设仍由陆军工兵部队承担。⁴ 不过，“为执行作战工程保障，达成之协议规定：陆军负责组织、配备人员和训练部队，并将部队置于空军作战控制之下，专门支持美国空军的作战使命。这些工程兵营被指定为空军中的特种陆军部队。”⁵ 当 1950 年爆发朝鲜战争后，这些工程部队因其编制特殊，是部署于空军内的陆军部队，故而对战争准备不足。尽管航空工兵营在朝鲜战争中表现出色，但是这种隶属关系所造成的资源、组织、指挥和控制方面的挑战显示，空军在机场建设和维修方面，需要自己拥有具备特殊能力的编制部队。发生在上世纪 50 年代末和 60 年代初的国际事件（1958 年的黎巴嫩事件 [编注：指“蓝蝙蝠”行动。黎巴嫩政府岌岌可危，美国迅速派兵空降黎巴嫩机场，协助镇压叛乱]、1961 年的柏林墙事件，和 1962 年的古巴导弹危机），“表明空军需要配备机动工程部队，以在战时和其它紧急情况下迅速部署，执行建设任务。”⁶ 空军于 1965 年组建了主基地工程应急部队，使空军具备应对类似紧急情况的能力。随着越南战争的发展，参战越来越深的空军感到主基地工程应急部队已经无法满足要求，空军需要拥有更多的设备、技能、人员和重型作业能力；因此，空军创

建了专门的土木工程中队——“红马”中队，来满足这一需求。⁷

自越战以来，土木工程部队在世界范围内的许多空军行动中执行了保障支持任务，其中包括国内外自然灾害和恐怖袭击所触发的紧急行动。从1980年代开始，空军在冷战时期极少动用土木工程部队的紧急部署能力，于是许多现役和预备役部队和单位被调往中南美以及加勒比海地区，参与外国军事援助行动。对这些部队的调遣和部署满足了若干项目标，其中最主要的是提供人员实战和应急训练。其次，在这些部署行动中，土木工程人员建造或修缮当地的医院、学校、道路、桥梁或者其它基建工程，给当地民众提供了重要的福利。空军土木工程部队随后继续参与了相关演习，如美军南方司令部每年组织的联合或多国部队人道援助行动演习，即“新地平线”演习。⁸ 演习改善了美军工程部队、医疗队和作战勤务部队在人道或者民用援助行动中的联合战备完好率。每一次“新地平线”演习历时几个月，提供急需的服务和基建项目，同时也为参与的美军部队提供珍贵的训练机会。演习通常在欠发达的乡村地区举行，美军南方司令部努力将援助行动与本地的军医与民间医生的工作结合起来，以提高援助效果。

空军土木工程部队的能力

空军土木工程部队的的能力包括三个主要功能领域以及相关的专门任务领域；前三个领域是：(1) 设施和基本建设项目及其运作、维护以及道路、结构、给水系统、电力系统、燃料系统、照明、飞机拦阻和基地环卫；(2) 飞机和基地消防以及人员救护；(3) 爆炸物处置，包括对未爆物及土制炸弹的探测和处置。专门任务领域包括工程人力资源增补、应急

管理人员、对爆炸物以及核生化及辐射事件的应对。

在紧急情况下，土木工程部队供战区指挥官调遣，按照紧急行动的需要，组成主基地工程应急部队或者“红马”中队。

[主基地工程应急部队] 由受过专门训练的土木工程专业兵组成，可以快速部署，为建立、运作和维护军营和应急空军基地提供一系列工程支持保障服务。此应急部队的主要任务是为人和飞机的安置提供土木工程保障。这支部队的的能力包括勘测空军基地、建立及运行野战营地、安装水电供给系统等。⁹

“‘红马’中队是一支由404人组成的、自给自足的机动重型建设中队，具有快速反应和在全球偏远、高危险环境中独立行动的能力。”¹⁰ 在2005财政年度，空军土木工程能力发生了一些变化，其中之一是“‘红马’中队增添了‘空降’能力，能够快速将轻装人员和设备以空投、空嵌或者空运的方式运送到目的地。”¹¹ 空军工程人员是快速反应部队不可或缺的成员，这种结构所能促成的行动将在本文稍后再讨论。

空军土木工程部队依靠“整体力量”来完成其机动任务，其中相当一部分能力来自空军预备役司令部和空军国民警卫队。实际上，预备役和国民警卫队的成员因为拥有以往的现役经验和民用职业技能，往往在知识、技能和经验方面超出现役成员。

空军土木工程部队的能力在平叛行动中的应用

土木工程部队的主要任务，是为战区指挥官在联合战役各阶段的部队提供作战支

援。¹² 通常情况下，它包括初步安置执行任务的部队，随后不断改进和加强营地环境，为部队提供更好的设施和服务。平叛作战行动的策划过程不同寻常；它不是一个线形和循序的过程，而是多个阶段并行发展，或者最起码，在策划一个阶段的行动时，必须清晰地关注到其它阶段内预期和非预期的效果。同样，作战行动本身也可能不同于常规。因此在这类平叛和非常规作战中，我们也应该以非常规的方式应用土木工程部队的能力——甚至可能将他们直接投入作战。我们可以使用所部署的主基地工程应急部队或“红马”中队的自身能力，来建立、运作应急空军基地，并且提供人员、技术和设备来执行争取民心的影响行动。在这样的环境下开展行动策划需要思维模式的转变，而且战区指挥官必须充分利用和依靠属下所有部队的能力。

在为外国政府提供平叛支持并开始制定联合行动规划时，空军必须确定所能运行的机场的能力和条件，并且将这些信息提供给参与策划的所有部门和小组。如果现有的信息不充分，可以先派遣一支土木工程策划先遣组，可以是一支参谋辅助队或者土木工程军官和士官队，先期实地考察机场，对机场进行测量和评估。¹³ 如果机场条件实在难以确定，机动飞机不宜着陆的话，可派遣新近增添的空降“红马中队”开展评估，并实施紧急修复。在阿富汗的“持续自由”行动中，土木工程组对被我方占领的塔利班机场进行了可用性评估，并做了战损评估（我方轰炸造成的损失），确定如何快速修复跑道，以供联军飞机使用。¹⁴ 与之完全相反的例子是，当空军参与“展示力量”行动时，大部分战斗机都部署在意大利的阿维亚诺空军基地，是驻守的土木工程中队在专业策划团队的支持下，完成了绝大部分的规划工作。¹⁵

在更偏远的地方，策划团队需要评估机场的铺设、设施、水电和防火措施，并且探测爆炸物。对机场铺设情况的评估用来决定机场的跑道、滑行道和停机坪能够支持什么样的飞机。对设施的估评包括现有的飞机库和建筑，确定是否适合飞机维护、操作和士兵的宿营。对水电等设施的勘测是评估机场的电力、供水、环卫、油料储存和供应设施的状况、能力和适用性。土木工程策划团队与空军安全部队协调改善基地防务所需要的建筑工作，比如：护岸、栅栏、阵地和清空地带等。假如机场提供国际商业航线服务，它应已配备了消防员和设备；不过，较小的机场所配备的此类设备和专业人员可能极少。土木工程部队的消防员将对现有的能力进行评估，然后决定部署军用飞机还需要哪些设备和人员。最后，先期团队中的爆炸物处置人员将在这一地区探测未爆炸物、地雷、土制炸弹或者其它爆炸物。策划过程中的这些活动都是空军有关前方部署的教科书中的内容；不过在平叛作战环境中，土木工程先遣队还必须将眼光放到机场以外，去感受当地的情况和民众的需求。联合行动策划团队在制定部队结构和战力部署的过程中，需要采纳工兵部队对这些应急性动机场或者前方行动基地的评估结果。

土木工程部队通常与安全部队、通讯和航空管制员一起抵达机场，建立空军基地，并且为其余部队的进驻做准备。在基地能够运行以后，土木工程部队可以从支持任务转换到运行任务。在许多情形下，此时不会需要太多的工程人员来维持基地运作；因此，大多数工程人员可以重新部署或者去执行其它作战支持任务。联合作战计划的各个阶段都可以利用土木工程部队的能力来创造战区指挥官所期望的效果。

在“成型”和“威慑”阶段，土木工程部队可以通过与当地民众的接触来参与影响民心的行动。他们的重型设备能够改善或者建造道路；为当地打井以提供干净的饮水；维修或者建造学校、医院和社区的设施等等。尽量雇佣当地民众参与工程施工能够达到若干目的。首先，如果这些工作能够为当地民工的家人提供经济和生活支持，他们就不大容易受叛乱活动的诱惑。其次，这些工程本身能够体现驻军国政府和美国政府对当地民众的支持。实施项目时可以直接雇用当地民工与美国部队一道施工，或者通过“空军合同扩展项目”中的承包商把工程分包给当地的施工企业。发展当地承包公司有助于刺激经济发展，鼓励规矩做法，逐步形成现代化市场机制。利用当地的劳力来支持工程建设还带来一个衍生好处，这就是减少当地人参与反叛活动的几率。一个当地人在工地上劳累一天，就不大会像游手好闲时那样，四处寻衅生非；这将为我们赢得时间来解决反叛活动的一些根源问题。

土木工程部队最近在“非洲之角”就有这样的经历。第 832“红马”中队在 2004 年参与了多国部队联合行动——“非洲之角”行动，在吉布提、埃塞俄比亚和肯尼亚开展人道援助和应急工程建设。¹⁶“红马”中队修理道路和桥梁、建设了一个 1000 平方英尺的诊所和一座 3000 平方英尺的学校，另外还翻修了埃塞俄比亚的军队宿营地。¹⁷在埃塞俄比亚的吉吉加负责学校工程建设的维拉茨克斯上尉清楚地解释了这些行动的重要性：“我们刚到的时候，人们总问：你们来干什么？当我们工程结束离开时，人们纷纷从家里涌上街头，向我们的车队招手，因为他们意识到我们是来帮助他们的。”¹⁸

对空军土木工程部队而言，在联合战役计划中制定“抢占优势”阶段的打击时可能还将承担一个创新的角色。按照基效作战策划/目标锁定的方法，为求得预期效果，可能需要摧毁叛乱武装占领地区的基础设施（机场、道路、桥梁、电力输送系统和供水系统等等）。作为策划过程的一部分，我们应该评估袭击基础设施所造成的长期效应。评估中应确定我们是否需要在后续的维稳行动中重建被破坏的基础设施体系。有一个口号颇为传神：先规划修复，再实施摧毁。此口号说明的正是“抢占优势”阶段和“维护稳定”阶段之间的协同和平行关系。

如果我们将重建规划作为目标锁定策划的一个组成部分，就能够及时恢复基础设施功能，加速从维稳阶段到建立民权政府的过渡。以极端情况为例：在上级批准了摧毁某处基础设施的空中任务分配指令之后，我们可立刻提交一项工作请求，要求为陆军工程兵或者空军土木工程部队重建该设施开始规划和准备。只要空中打击力量掌握得恰到好处，将有助于避免为打击之后的重建造成更多困难。这样做并不困难，“红马”中队或者主基地工程应急部队的指挥官可以参与空中任务策划过程，对袭击建筑、道路、桥梁、给排水系统、供送电系统、燃料供送协调等各方面的长期效果提供评估意见。空天作战中心的策划组与驻军国政府、非政府组织和政治分析人士可以共同认定我们迅速修复基础设施之后的平叛行动效果。通过追踪和优化目标清单，并在打击完成后迅速开展精确的战损评估，我们就可启动修复规划、避免重建工作严重延误。

如果我们希望土木工程人员与飞行作战部门进行交流并参与空中任务策划过程的话，需要对他们进行额外的培训。¹⁹土木工程部

队具有承担此角色的技术知识，但是他们还需要文化熏陶和平叛行动所特有的思维方式。土木工程和一般性保障部队的参与对于空中任务策划组来说是一个补充。要做好这项支持，可能需要向土木工程部队增加一至三名校级军官和四至六名高级士官。重建工程的实际实施不一定在所部署的工程部队的能力范围之内；因此我们需要一个作战指挥官层级的团队来管理重建项目清单，并开展规划。在许多情况下，比较好的方法是使用当地劳力，或者直接承包给当地公司，或者直接雇用当地劳工，在美国军队或合同顾问的指挥下干活。

一旦我们修建好为联军部队所用的机场，它自然有能力带动经济发展。“红马”中队可以进一步修建跑道、滑行道、停机坪、机场照明、油料储存和配发系统来支持客机和货运飞机。空军为保护机场运作而部署到机场的消防队员可以对当地社区提供支持，为他们培训和建立符合国际航空专业的消防部门。只要空军保持在当地的驻军，就可以持续向当地社区提供帮助。不过在“维稳”阶段和“建立民权政府”阶段，这种帮助的内容会发生变化，空军的当地驻军将转为开展辅导、指导和培训，提供技术、知识和经验，培养当地政府的自立能力。

美国在科索沃、科威特和伊拉克等国家最近的许多行动中，依赖私营公司提供大量作战保障功能，如营地设立、营地运行和基础设施建设项目，以及膳食和运输等等。²⁰反过来，对合同商的依赖又导致了作战保障人员的削减。²¹究竟是使用美国军方作战保障人员为好，还是承包给民营企业为好，在做此决定时，需要对当地民众的文化、政治和社会环境有深刻的了解。在一些平叛行动的环境中，使用军人可能不如使用民营合同

商更有效果。在“持续自由”行动和“伊拉克自由”行动之前，媒体对美国平民的伤亡十分敏感。而最近，这种敏感情况已经改变，媒体似乎更加关注美国军人的伤亡，而较少报道民营合同商员工的伤亡。媒体和公众几乎将这类合同商看作是自愿接受风险的雇佣军，而空军、陆军和陆战队官兵则是奉命上战场。在平叛行动环境中，通常分不出清晰的前线，整个行动区域随时都可能经历战斗。身处这种环境，指挥官或许希望由军人执行保障功能，因为军人有权开枪杀敌。反之，如果当地反美情绪高涨，指挥官可能希望多使用民营合同商，减少军人露面的机会。指挥官要处理好这样的两难局面，需要充分评估整个任务的结构，要做好评估，则需要运用基效作战方法，并且对当地文化有深刻了解。

平叛作战常常还具有高度的联合作战特点，其大部分部队来自各个军种的特遣部队，并由其它部队支持和补充。随着美国军队越来越多地参与平叛行动，现有的特种部队将供不应求。我们可以成立传统的部队来支持作战使命，将所有军兵种的旋转翼飞机和固定翼飞机与地面战斗部队结合起来。作战保障任务可交由任何军种来承担，美国陆军工程兵、海军工程建设部队和空军土木工程部队都具备基地修建和运行能力。不过，陆军主要精于地面作战工程（如炸堤、架桥等），而海军擅长在战区建设支持舰只的设施和基地，空军土木工程部队的特长是支持和保障空军基地。根据空军作战准则，当空军提供的空中作战能力所占比例最大时，联合部队的航空力量指挥官应由空军担任；同样，当空中作战能力主要来自空军时，应由空军土木工程部队提供支持和保障。²²这样做有助于避免交流不畅及指挥与控制方面的问题。

另外，这样还可以避免重复朝鲜战争中特种陆军和空军航空营之间责任不清的错误。

结语

空军土木工程部队包括主基地工程应急部队和“红马”中队，这两支部队都具有提供修建和运行临时机场和前方作战机场的能力。如果空军需要从这样的机场来打击恐怖主义，或者为友邦的平叛作战提供培训和援助的话，土木工程部队能够提供必要的经验、设备、培训和人员。平叛作战环境赋予了“主基地工程应急部队”和“红马”中队为国家使命提供直接支持的独特机会。他们走出基地去帮助当地民众改善基础设施，如解决清洁饮水、修理供电或者维修道路等等，有助于赢得民心和支持。他们在施工中雇佣当地民众、为他们提供经济来源和改善前途所需的技能和培训，有助于削弱反叛分子的力量。当地民众在战斗结束后能够很快恢复正常生活，对美国军队的厌恶就会减少，有助于抵消反叛力量的招募宣传。空军土木工程部队凭借建设能力为当地民众留下更安全、更可靠的基础设施，其对美国国家利益的支持，

可能要远远胜过空军武器系统的破坏能力。根据空军手册 3-2 《土木工程作战保障准则》：

空军土木工程人员无论在国内和海外都是代表空军和国家的大使，与其它国家人民交往中所体现的专业形象对于促进美国政治和军事目标的实现常常至关重要。工程师是建设者，是不具备威胁性的军事存在，可通过培训当地民众和国家重建为所在国带来长远的利益，同时履行美国政府的安全承诺。²³

回到兰德公司研究人员在平叛作战研讨会上所提出的建议，我们看到，现有的主基地工程应急部队和“红马”中队支持平叛行动的能力取决于他们所要支持的行动的数目和强度。尽管空军土木工程部队能够为战区指挥官提供支持平叛行动所需的能力，但是我们的土木工程人员和设备是有限的。如果空军被要求更多地参与平叛和非正规作战，我们则需要为主基地工程应急部队和“红马”中队增加资源，以免部署任务过于频繁而无法支持。□

注释：

1. Adam Grisson and David Ochmanek, “The Long War: Demands for USAF Capabilities” [长期战争：对美国空军能力的需求], (presentation to the 2007 Air Force Symposium on Counterinsurgency, Maxwell AFB, AL, April 2007).
2. Dr. Ronald B. Hartzel, “Foundations for the Future: A Brief History of Air Force Civil Engineers” [未来的基础：空军土木工程部队简史], 1, <http://www.afcesa.af.mil/shared/media/document/AFD-070607-002.pdf>.
3. 同上，2 页。
4. 同上。
5. Don K. Tomajan, “A Korean War Retrospective: Aviation Engineer Contributions to the Air War in Korea” [韩战回顾：航空工程部队对空中战争的贡献], Air Force Civil Engineer Magazine 9, no. 4 (Winter 2001-2): 13.
6. Hartzel, “Foundations for the Future” [未来的基础].
7. Ronald B. Hartzel, “RED HORSE History” [红马中队历史], Air Force Civil Engineer Support Agency, <http://www.afcesa.af.mil/library/factsheets/factsheet.asp?id=8760>.

8. “New Horizons 2007” [新地平线 2007], United States Southern Command, 12 September 2007, <http://www.southcom.mil/AppsSC/factFiles.php?id=11>.
9. “United States Air Force Prime BEEF Units” [美国空军主基地工程应急部队编制], United States Air Force Fact Sheet, <https://www.my.af.mil/gcss-af/USAF/AFP40/Attachment/20070703/Prime%5fBEEF%5ffact%5fsheet%5f2006.pdf> (accessed 28 January 2008).
10. “United States Air Force RED HORSE Squadrons” [美国空军红马中队], United States Air Force Fact Sheet, <https://www.my.af.mil/gcss-af/USAF/AFP40/Attachment/20070709/REDHORSE%5ffact%5fsheet2007%5f000.pdf> (accessed 28 January 2008).
11. 同上。
12. Joint Publication (JP) 3-0, Joint Operations, [联合作战手册 3-0: 联合行动], 17 September 2006, http://www.dtic.mil/doctrine/jel/new_pubs/jp3_0.pdf, identifies the six phases of the joint campaign plan as shape, deter, seize initiative, dominate, stabilize, and enable civil authority (xxi).
13. “United States Air Force Prime BEEF Staff Augmentation Team (S-Team)” [美国空军主基地工程应急部队人员扩展团队], United States Air Force Fact Sheet, <https://www.my.af.mil/gcss-af/USAF/AFP40/Attachment/20070703/S%5fTeam%5fFact%5fSheet.pdf> (accessed 28 January 2008).
14. TSgt Ginger Schreitmuller, “A Combat Fix: Combat Controllers, RED HORSE Join Forces to Open Mazar-e-Sharif Airfield” [作战修补: 红马中队会同军队开放马沙里谢里夫机场], Air Force Civil Engineer Magazine, 10, no. 1 (Spring 2002): 8–9, 11.
15. 美国空军土木工程支援局下面有若干个专业组, 为作战提供土木工程方面的特种支援。比如, 机场铺设评估组对机场提供详细的评估, 并提出详细的维修和维护建议: 土木工程维护、检查和维修组则从事军需仓库的维护以及发电机、输送电系统、冷暖系统和飞机拦阻系统的维修。参看 TSgt Michael A. Ward, “Pavements Team Brings Expertise to the Fight” [铺设专业组以专业技能支持作战], Air Force Civil Engineer Magazine 9, no. 4 (Winter 2001/2002): 9.
16. Capt Matthew “Scott” Stanford, “RED HORSE Rides ‘Round the Horn’” [红马中队驰骋非洲之角], Air Force Civil Engineer Magazine, 13, no. 1 (2005): 18.
17. 同上, 20 页。
18. 同上。
19. 预备役部队拥有此类专业人才, 可能会发挥很好的作用。尤其是可动员他们进入现役, 作为增援派遣到附属平叛作战部队的现役工程部队中, 经常与“行动执行者”互相沟通和训练。因此如果需要, 我们可以将他们重新召入现役, 并把他们部署在提供这种保障支持的团队里。
20. 在某些情况下, 基地保障功能转为由合同商承包, 是为减少美国军人的参与。在其它一些情况下, 把保障功能承包给合同商是由于先前削减了军方保障支持人员, 或者作战速度快。
21. 在“持续自由”行动和“伊拉克自由”行动中, 由于需要增加对陆军的投入以保持军队的持续行动, 同时也为更换陈旧的空军飞机腾出资金, 第 720 号项目拨款决定导致裁减 40000 现役军人和 17000 名空军预备役人员 (仍在进行中)。这一行动常常会影响到“空军专业法规”, 具体来讲, 第 720 号项目拨款决定要求对“空军专业法规”涉及土木工程部队部分予以削减。不过, 为减轻对战时备战状态的影响, 我们将人员从基地工程职位调入“红马”中队, 以保持必需的作战支援能力。参看 Maj Gen Del Eulberg, “Transforming the CE Career Field” [调整土木工程专业职位], Air Force Civil Engineer Magazine 15, no. 1 (2007): 4–7.
22. Air Force Doctrine Document 2, Operations and Organization, [空军准则文件 AFDD-2: 作战行动和组织], 3 April 2007, 39, http://www.dtic.mil/doctrine/jel/service_pubs/afdd2.pdf.
23. Air Force Manual (AFM) 3-2, Civil Engineering Combat Support Doctrine, [空军手册 3-2 土木工程作战保障准则], 26 April 1991, 24–25. (注意: 该手册目前已经过时。)



KC-135 空中加油机精益燃油计划

Analysis: KC-135 Lean Fueling Operations*

小布鲁斯·P·赫塞廷，美国空军少校（Bruce P. Heseltine, Jr, Maj, USAF）**



序言

近几年来，燃油价格一路飙升。与此同时，美国空军空中机动司令部（AMC）正面临一些非常重大的挑战：

- 部队裁员
- 参与全球反恐战争
- 加速改造老旧 KC-135 空中加油机机群
- 预算紧缩而油价续涨
- 各种低效率行事方式

要想在保证任务效率的同时降低耗油量，那么改革势在必行。本文论述的是：在

KC-135 加油机部队积极贯彻精益燃油计划可能会带来重大节省效益。

精益

有必要先说明一下“精益燃油计划”（lean fuel initiative）的基本概念。渥麦克（Womack）和琼斯（Jones）为“精益”列出以下几项基本要素：¹

- 确定价值
- 找出价值流
- 流程
- 剔除
- 完善

* Originally published in the Air Force Journal of Logistics.

** 布鲁斯·P·赫塞廷少校现任新泽西州迪克斯堡美国空军远征中心的执行官。写这篇文章时，他是新泽西州迪克斯堡空军理工学院空中机动高级学院的学员。

这项节油计划的“具体价值”，在于改进任务计划和执行过程，从而降低油耗，提高部队效率。由于本研究案例中的“产品”是空中加油任务，所以它的“价值流”包括完成加油任务所需要的所有地面与空中的具体行动。具体到 KC-135 加油机来说，“流程”始于任务的安排和计划，包括过程中的每一个步骤，一直到飞机和机组人员都被安排执行下一次飞行任务为止。研究流程的目的是要找出这个过程中那些多余的步骤。换言之，机组人员和任务支援人员所执行的步骤中，有哪些不是完成任务所必需的？精益节油过程中的“剔除”一步涉及到为执行任务的飞机配发燃油以及机组人员的任务规划与执行。它的目的是在满足任务需要的同时找出那些多余的或浪费的行动。把停机坪标准加油量改变成满足飞行任务要求“所需”的加油量，会有助于达到这一目的。精益节油过程的最后一步是“完善”，即通过透彻分析任务后的数据来确定任务的完成是否达到了最高效率，并进一步找出有待改进之处。通过这个彻底的评估，我们就能辨识出日常运作的趋势，由此归纳出数据表，用以加快以后的任务策划进程，编制过程中也剔除任务执行过程中可有可无的步骤。

提高燃油效率可以不妨碍任务效率。精益燃油计划不会牺牲 AMC 空中加油机机群的世界级能力。国际航空运输协会 (IATA)

AETC - 空军教育和训练司令部
AFB - 空军基地
AFI - 空军指令
AFSAB - 空军科学咨询委员会
AMC - 空中机动司令部
IATA - 国际航空运输协会
PMAT - 飞行后评估工具

宣称：精确和有效的燃料管理实际上能提高安全系数，因为它需要额外的关注、精确度、更好的态势感知；它还可以降低燃油预

算总额的 5%。² 为了达到更高的任务效率，本文提议：精简目前的 KC-135 加油机任务计划过程，删除现行的停机坪标准加油程序。目的是“把节能意识灌输到所有 AMC 活动（从作战保障、人员培训，到执行任务）的规划、排程和执行过程中。”³

本文利用工业界提高燃油效率的实践，找出了可以减少每日、每年飞行 AMC KC-135 加油机费用的几种办法。这些实践也适用于空军教育和训练司令部 (AETC)，因为他们的 KC-135 空中加油机任务与 AMC 相类似。本文在分析研究过程中尽量减少费用，故而使用现成的软件（主要是 Microsoft Excel 制表软件）开展数据分析，并主要依据 AMC 和 AETC 各飞行部队现有基础设施的运行资料。

本文表明：实行精益准点加油程序，同时结合建立燃油配发系统，可使 KC-135 加油机部队根据预定的停机余油量，制定出高度有效的任务计划。因此，飞机只加够完成指定任务所需的燃油，就会大幅度减少不必要的燃油载运。最终结果是降低每年所需（或购买）的燃油量。

本文试图解答以下问题：

AMC 和 AETC 的 KC-135 是否载运多余的燃油？

AMC 和 AETC 应该采取什么措施来提高加油机燃油效率？

通过研究有关的资料，得出以下的假设：实施航空客运和货运工业的飞机加油做法，即只加够完成任务所需的油量，能提高 KC-135 加油机的燃油效率。

传统加油做法

传统上，我们总是为 KC-135 加到最大油量，以便遇到最坏的飞行情况时有最大的灵活性。飞机加油一般是在计划飞行任务的头天晚上进行。空军指令 (AFI) 11-2KC-135V3 指出：“部队可以制定能满足本地训练要求或紧急疏散要求（以低者为准）的最低停机坪标准加油量。”⁴ 然而，最通常的停机坪加油量目前是 80000 磅，这个数字远远大于上面的任何一种要求。人们普遍认为头天晚上为飞机加油是必须的，因为部队没有足够的能力（人力或设备）能在飞机起飞几个小时前才开始加油。这种观念阻碍着我们对现行加油做法进行修改。故而我们首先需要打破这种思维方式，证明改变现行标准加油程序符合所有方面的利益。

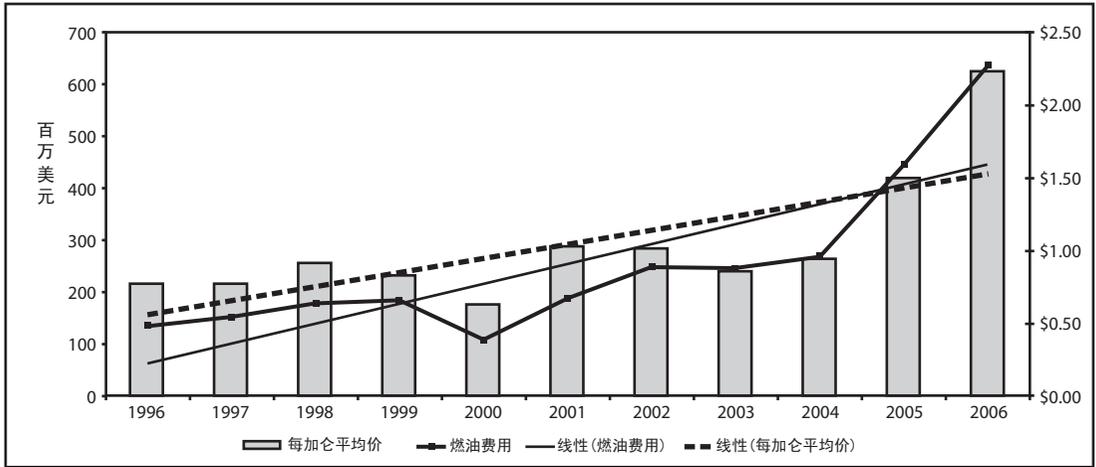
航空工业的兴衰在本质上具有很强的循环性。利润的减少通常是油价上升所造成的直接后果。按照一份工业报告的估算，每加仑油涨价一美分，工业成本就会增长 1.6 亿美元。⁵ 二十世纪六十年代后期，每加仑油价是 10.4 美分。在 1967 年到 1972 年之间，航空燃油价格每年的涨率只有 2.6%。⁶ 但仅在 1974 年这一年内，平均每加仑油价飙升 90%，达到 24.2 美分。到 1977 年时，每加仑平均油价是 36.2 美分，比 1968 年增长了 248%。七十年代的石油输出国组织石油危机引起国防部领导重视节油问题。兰德公司的一项研究说“在今后的 50 年里，燃油储备将不断萎缩；随着供应减少，价格会飙升，国内外的燃油供给都不会再那么有保障。”⁷ 作者得出结论说：“为了对付这一挑战，空军（国防部最大的航空燃料消费者）将不得不设法储备航空燃料。”⁸

从 1978 到 1981 年，航空燃料价格增长了 153% 以上。八十年代中到后期出现经济反弹，因此节油计划几乎被搁置。随后伊拉克入侵科威特引起油价大幅度上涨，1990 年 10 月，油价从每加仑 60 美分涨到最高价 \$1.40。⁹ 但是在 1994 年，由于油价回落，工业损失再次缩小。从九十年代后期到现在，油价持续上涨。2006 年的油价上涨促使国防部和空军领导重新认真考虑所有飞机的节油问题。如图 1 所示，1996 年时，国防部的航空燃油价格是每加仑 77 美分。到 2006 年时，每加仑的价格飞涨了将近 200%，其中最大的涨幅在 2005 和 2006 年之间，每加仑从 \$1.50 涨到 \$2.23。¹⁰

没有迹象表明未来的油价会回落，所以，各组织机构必须提高燃油经济效率。根据 IATA 的研究，如果整个航空工业的燃油效率提高 1% 的话，燃油成本就能减少 7 亿美元。¹² 交通部已经定下目标：到 2009 年时，商务飞机每架英里燃油效率每年要提高 1%，他们估计，这样能使商务飞机每年节省 20 亿美元。¹³

节油的选择

空军已经找到了几种节油的办法。空军科学咨询委员会 (AFSAB) 指出：实行“优化飞机操作、单发滑行、优化使用辅助动力装置和最佳航线计划”等措施，有可能将燃油效率提高 5%。AFSAB 认为这是近期的主要解决办法之一。¹⁴ AMC 的 11-3 号通讯指出：飞机在进场和着陆阶段，一种节油办法是短距引导飞行，一直等到接近最后进场时才准备着陆。¹⁵ 提前放下襟翼和起落架每分钟耗油可达 100 磅。飞机降落时燃油流量增大大约 50%。最近一项对 KC-135 起落航线飞行的研究发现：在起落航线仪表飞行期间，

图1: 国防部燃油价格¹¹

完全收起襟翼有可能节油。而当前的标准做法是：KC-135 在雷达起落航线的侧风和顺风段飞行时将襟翼收起 20 度。这些预定的起落航线目前是以大约 180 节速飞行，每次飞行长达 15-20 分钟。这项研究探讨了收起襟翼并以 220 节速作起落航线飞行的好处，即缩短飞行时间，并提高燃油效率。有数据表明：在俄克拉荷马州阿尔特斯空军基地 (Altus AFB)，KC-135 采用调整后的起落航线飞行，每年能节省 100-150 万美元 (2.4%)，每月还可能多出 18 个飞行小时。¹⁶

飞机在地面滑行时减少发动机的使用，也可以节省不少油。有数家商务航空公司对飞机尽量单发滑行作了研究。其中，美国航空公司采用此方法，节省燃油 30%，每年实现节省效益 400 万美元。¹⁷ KC-135 有四个发动机，滑行时不需要四发齐转。不过，必须考虑到 KC-135 独特的液压和电力系统要求，也许在起动和滑行时使用 3 号和 2 号 (内侧) 发动机就能满足要求。此外，在开始实施之前，必须制定出培训和资格鉴定的教学大纲，因为如 IATA 所述：“从来没使用过单

发滑行程序的机组人员会觉得不方便，而一直这样做的人员则习以为常。”¹⁸

在对捷蓝 (JetBlue) 航空公司的一次实地考察期间，捷蓝大学技术操作部的经理讨论了该公司已经采取的节油行动。值得特别注意的是：他们成立了一个公司不动产部门，探索捷蓝公司内部的各种节能机会。据此部门的一项备忘录说：“随着油价的飙升，我们知道：如果能在保证安全系数的前提下降低载油量的话，仅靠不载余油这一项就能节省 520 万美元。”¹⁹ 为了进一步说明减少载油量的价值，《达拉斯商业杂志》报道说：美国航空公司仅仅靠降低国际和国内航班的预计到达航空站余油量，每年就节约了 9000 万美元。²⁰

AFSAB 已经发现：加强空军用油情况的记录和汇报，有可能节油达 3%。²¹ AMC 是空军最大的燃油消费司令部，空军的年燃油供给量是 26 亿加仑，AMC 一家每年就耗掉 14 亿加仑。按每加仑 \$2.50 计算，这就等于说，仅靠改进记录和汇报程序这一项每年就有可能节约大概 1.6 亿美元。捷蓝航空公司为我

们空军提供了如何节油的模式，他们已经设法降低了“空客”A320 的到站余油量，把预计的机载油量从 8500-9500 磅减少到 7500 磅，其中有一个航空站点因此减少 12%-21%（该公司已向其所有航空到站点推广）。除此之外，捷蓝目前正在计划根据天气状况和天气预报调整载油量。总的来看，捷蓝这个大胆的计划已经为公司节省了 820 万美元。²²

传统上，训练 KC-135 初级资格飞行员时，任务计划用的是“从零开始”的方法，也就是说，向机组人员布置具体的任务情况，并给他们分配完成任务所需的定量燃油。任务要求一般是起飞，然后是空中加油，接下来是两个小时或更长时间的技术能力训练。每架飞机通常加 80000 磅油，这是很普通的标准载油量。机组人员奉命“设法完成任务”。对阿尔特斯空军基地 13 个月内近 3500 次 KC-135 飞行进行评审的结果表明，如果从航空站起飞时的载油量是 80000 磅，停机时平均余油量为 33000 磅。麦康纳尔空军基地（McConnell AFB）定的任务计划是到达终点站余油量 15000-25000 磅；大福克斯空军基地（Grand Forks AFB）定在 25000 磅。^{23,24} 假设 20000 磅是合理的目标停机余油量，那么阿尔特斯空军基地的空中加油机着陆时的余油量比需要多出 13000 磅。这看来是过份了，因为阿尔特斯空军基地的 KC-135 机组按要求在着陆时的机上最低油量只有 15000 磅。商务航空业已经认识到载油过剩的影响。美国航空公司通过实施避免载油过剩的措施，现在减少了平均 30 分钟的飞行时间，从而在不影响安全的情况下，每年节省 3000 万加仑燃油和 5000 万美元的费用。²⁵

要监督任务的验证和执行，并保证 KC-135 机组操作飞机的高效率，关键是实行操作和后勤的统一配发。在此有重要的一点

需要说明：本文作者不是主张从高层总部自上而下的任务指挥与控制管理方式，相反，本文赞成塞登（Seddon）所描写的像丰田汽车公司那样的本地控制，即在完成工作的地点进行控制。²⁶ 就 KC-135 加油机这个例子而言，控制权应该保留在每个配发中心。配发中心遵照命令，努力实现 AMC 总部确定的提高燃油效率的目标和计划，但它们将保留自主权，可以根据不同地点为飞行任务排程，作出适当的决策。使用捷蓝航空公司的决策模式，AMC 应该下达指挥部的节油指令，为部队提供工具（设备、使用说明、经验）帮助他们成功，然后放手让他们自己干。下面是捷蓝的授权说明：“你们作决策要以我们的价值观为基础——这也应该是你们的价值观。如此，你们的决策将得到充分的支持。”²⁷

新泽西州麦圭尔空军基地（McGuire AFB）和华盛顿州费尔柴尔德空军基地（Fairchild AFB）已经在实施两个很好的任务调度操作模型，他们都按照颁布的指令安排任务行动并计划符合任务要求的载油量。根据对 462 次飞行任务的评审，费尔柴尔德基地的 KC-135 机组利用中央配发系统，做到了比 AMC KC-135 加油机的平均余油量少 6000 磅。这项分析用的是费尔柴尔德基地燃油计划矩阵表，它列出计划任务过程中采用的目标燃油值，但是此数值仅供参考，例如，任务策划者可根据当时的天气预报调整目标停机余油量。²⁸

为了进一步提高燃油效率，中央配发员应该研究和实施“IATA 燃油和排放效率检查表”所列出的项目。这个检查表使经理们能够审核他们现行的燃油做法，也检查自己是否利用了所有可行的节油途径。²⁹ 比如，在研究 IATA 检查表之后，可生成以下表 1 列举的提问，这些提问可能关系到 KC-135 的

燃油配发操作。此表不包罗全部问题；确切地说，只是想用它来说明 IATA 检查表对 AMC 的可用性。完整的 IATA 检查表可从网上查阅：<http://www.iata.org>。

数据来源

空军指令 11-2KC-135V3 指出：KC-135 每多载一磅余油，就会使小时油耗率提高 3%。³⁰ 本文即根据这一前提，用 Microsoft Excel 设计了任务后评估工具 (PMAT)。PMAT 可确定 KC-135 飞行任务的余油量 (如有)，计算载运余油的不利后果，并算出实行预定停机余油量可获得的成本节省效益。

为了确定 KC-135 机群目前的耗油量，我们使用 PMAT 汇编并评估了 AETC 和 AMC 加油机部队 2006 日历年度任务后总结报告。作为对比，我们也选用了一些 KC-10 加油机的数据。AMC 的数据由《AMC 标准

表 1: IATA 燃油和排放效率检查表提问例题

	检查项目	回答
1.1	你的飞行时间表是否按最高效率安排？	是/否 (评论)
2.5	你的配发员是否会出于某种临时原因增加油量？	是/否 (评论)
2.6	你是否备有明确规定及一目了然的燃油计划？	是/否 (评论)
2.7	你是否为每个机场推荐了到站余油量并让配发员和飞行员有机会寻求节油机会？	是/否 (评论)
3.1	你所有的飞行员对飞行燃油效率是否持同样的标准？你是否对飞行员和配发员进行有关的政策培训？	是/否 (评论)
3.2	你的机组是否经过有效的 FMS (飞行模拟器) 计划训练，使他们能交叉检查飞行计划燃油及精确性从而做好飞行中的燃料管理？	是/否 (评论)

化与鉴定》提供，AETC 数据由俄克拉荷马州阿尔特斯空军基地提供。

PMAT 输入数据包括实际的和计划的 KC-135 起飞载油量、卸油量 (在空中输给受油机的总油量)、停机余油量、飞行时间。如表 2 所示。

为能更好地体现实际操作情况，加油机返回航空站时余油过量的原因属下列几种情况时，其飞行任务被删掉不予考虑：维修问题或飞行途中遇突发事件、中途受油机取消加油计划、或是特殊训练要求较高的停机余油量。

任务后评审

根据任务后的总结数据，PMAT 找出那些余油量超过要求的飞行任务 (假设预定停机余油量分别为 15000、20000、或 25000 磅)，按每加仑 \$2.50 计算，由此得出载运余油的费用，并且计算出多载的燃油可加足多少架 KC-135。这个模型假设每小时油耗率是 10718 磅 (取自空军通讯 10-1403 《空中机动力计划系数》)。³¹ 策划者可利用 PMAT 这个工具迅速计算出用作任务计划起点的载油量，也可以算出后勤和飞机保障人员可能节省的工时。

结果

对堪萨斯州麦康纳尔空军基地从 2006 年 5 月到 10 月的 702 次飞行任务进行评审，结果表明：平均计划停机余油量是 31000 磅，但实际的平均停机余油量是 36700 磅。这超出任务计划停机余油量的 18%，超出本地要求的 45% 到 110%。表 3 估算出执行预定停机余油量后麦康纳尔基地每年的节油潜力。

表2: PMAT数据输入表格

加油机中队	月-年							
名称	开机时油量		空中加油量/卸油量		停机余油量		飞行时间	
日期或代号	实际值	计划值	实际值	计划值	实际值	计划值	实际值	计划值
日-月-年	0.0		0.0		0.0		0.0	

再看表 4。此表把五个运行基地 1461 次 AMC KC-135 飞行任务归纳起来, 估算出整个司令部的节油潜力。

根据这项对 KC-135 加油机的研究, 把停机坪标准加油量改变成预定停机余油量的做法对空军有非常重大的意义。研究结果表明: 载油过剩造成的燃油损失达 1020 万到 1489 万磅。照此算来, KC-135 白白烧掉了 AMC 每年总油量的大约 1%, 什么都没做, 只不过是载着多余的油飞来飞去。把 AMC 的结果和 AETC 的数据结合起来以后, PMAT 估算出空军 KC-135 加油机的全部节油潜力。见表 5。

除了节省燃油费用, 这项研究还发现潜在的人力节省。在地面为 KC-135 加油机加油, 需要一名燃油专管员和两到三名飞机维修人员。每加 27000 磅油需要大约一个小时。如果只为飞机加够完成任务所需的油量, KC-135 加油机维修和后勤人员的工作量会减轻不少。说得更清楚一点, 假如 AETC 在飞行任务计划中采用了本研究课题提出的预定停机余油量法, 那么有 1600 万到 2000 万磅燃油原本不必加到飞机中, 这就等于能节省 1800-2200 工时。由于 AMC 的平均停机余油量更大于 AETC 的任务平均油量, AMC 的人力节省潜力还要高出很多。通过实施预定停

表3: 麦康纳尔空军基地的节油潜力

按1年估算	磅	加仑	费用(美元)	KC-135*
预定停机余油量15K	5,231,489.86	780,819.38	1,952,048.45	26.16
预定停机余油量20K	4,434,820.22	661,913.47	1,654,783.66	22.17
预定停机余油量25K	3,612,322.98	539,152.68	1,347,881.71	18.06
* 表示加足油量的KC-135架数。				

表4: AMC 的节油潜力

按1年估算	磅	加仑	费用(美元)	加足 200K 磅飞机数*
预定停机余油量15K	14,891,383.03	2,222,594.48	5,556,486.20	74.46
预定停机余油量20K	12,567,795.17	1,875,790.32	4,689,475.81	62.84
预定停机余油量25K	10,223,812.12	1,525,942.11	3,814,855.27	51.12
* 节省的燃油可加足的KC-135 (200K 磅) 架数。				

表5：空军的节约潜力

按1年估算	磅	加仑	费用(美元)	加足 200K 磅飞机数*
预定停机余油量15K	22,537,299.29	3,363,776.01	8,409,440.03	112.69
预定停机余油量20K	18,118,782.35	2,704,295.87	6,760,739.68	90.59
预定停机余油量25K	13,586,691.53	2,027,864.41	5,069,661.02	67.93
* AETC与AMC合在一起的节油潜力 — 不包括空军国民警卫队/空军后备队的飞机。				

机余油量法而节省人力，是着手解决裁员后可能造成问题的正确做法。

优化任务计划

部分是根据本文的研究结果，AMC 下令立即废除停机坪标准加油量的做法。为了遵守这一规定，KC-135 加油机部队应该转为采用民航工业的模式，即使用配发任务计划方式，并只加足完成任务所需的油量。这样做就可减少飞机载油量，避免因多载余油而多耗燃油。这个建议的模型综合了 KC-135 任务计划和执行过程中的多个方面，其中包括任务支援、配发计划和任务后分析。

地面支援功能

使用工业模型，尽量到最后时刻才开始为飞机加油。在一特定时间（比如，在机组人员报到时间前六小时），维修人员开始执行所有必要的起飞前活动。飞机启动过程需要一名加油员和两到三名维修人员，还需要一台加油车来抽油。当需要的任务燃油量由配发中心确定好之后，就开始向飞机加油。油量的“最后确定”是成功降低任务油量的关键步骤。在飞行任务数小时之前，配发中心算出“计划油量”，确定供维修人员做计划时使用的目标载油量。接着，执行任务的机长认真评估飞行计划、当时的以及预报的天气

情况、受油机的任何特殊要求等情况，然后核实建议的任务油量能否满足任务要求。最后，将规定数量的燃油准点加入飞机。

像甘特图（横棒条项目进度图）这类项目管理工具很有用处，我们可以视飞机启动为一个项目，把加油过程（从飞机着陆到下次任务的计划起飞时间）绘制成图。在规划飞机启动加油位置和加油设备时，也可参考网络图和设施布局图。甘特图也可用于各架飞机飞行前后行动的必要时间安排：包括任务计划、燃油分配、根据起飞时间表为飞机加油所需要的行动点，等等。³²

加油车和加油人员常常是按照飞机起飞时间的先后顺序依次为飞机加油，而不一定是根据飞机的停机地点。可以绘制出网络图，找到加油车从储油地到指定的停机地点之间的最短路径。这段距离可能短到几百码长到几英里，这取决于飞机返航后的停机地点。也可以使用网络图来预定飞机启动准备和加油设备的最佳地点，从而进一步加快进程。使用 Clarke-Wright 算法绘出主要路径，每天都可以确定出最短距离。³³ 这种算法有多方面用途，比如可绘出到达某指定停机位的最佳路径以给停到此位的飞机进行保障作业，或是在做更高级的计划时确定出将要到站的飞机的最佳停机地点。

通过缩短完成配发加油系统任务所需的时间，还有可能提高人力和设备效率。KC-135 的燃油配发系统验证成功之后，或可成为向 AMC 所有部队推广的飞机启动模式。精确绘制出飞机的启动准备过程不仅可以降低飞机耗油量，还能节省工时，也减少地面支援装备与车辆的用油量。使用这些服务管理工具还能提供额外的好处，即可以有效评估各项具体作业情况，也能让管理人员量化完成飞机启动准备所需的时间、个人向这项保障服务贡献实际价值的时间比率，以及系统能力的利用程度。运用精益原则有助于找出那些可以结合进行或可以被排除掉的事件。

燃油配发操作

由中央配发系统控制，加油人员在机组人员报到时间两小时（除非为了满足较大加油量而需要更多的时间）之前开始为飞机加油，加到计划油量为止。机组人员大约在飞机起飞前四小时到达机场，他们审查飞行计划，并核实目标载油量能否满足任务需要。对载油量的任何最后调整必须在起飞三小时之前完毕，以保证准点加油。

飞行任务完成之后，所有机组将向中央配发员递交任务后总结报告。由机长在场，中央配发代表把任务总结信息输入 PMAT，用来评估任务效率、找出任何任务偏差、收集对任务计划的反馈、并确定对以后任务载油量的必要调整。

机组人员培训

提高燃油效率的下一步，是制定一个机组人员训练大纲，此大纲要包括新的任务计划程序。在初级资格培训期间，应训练机组

人员使用中央配发任务系统和目标载油量来完成任务计划。为了灌输节能意识，也应该开设一门基于实际案例的 KC-135 加油机任务策划员课程。这门课程应该使机组人员了解任务分配、制定计划和燃油分配的过程。在做好计划模拟之后，机组人员应该使用 PMAT 对任务进行评审，以确定本次飞行任务的计划和执行是否还有改进之处。

成立 AMC 节能部

节能部应该考虑成立一个由操作和后勤人员组成的节能办公室，其主要任务包括监测耗油率，并且不断寻求工业界推广的节油措施。这个办公室将编写一份简报，介绍工业界的最佳实践，然后分别访问 AMC 各部队，在联合会议上与机组和后勤人员探讨问题。简报应该设有专栏，介绍司令部对 AMC 通讯 11-3 的看法。他们到各基地考察时评审和观察燃油配发过程，也在机组人员之间进行调查，了解节能计划的执行情况。这种做法与不断追求完善的精益原则相辅相成。

改变文化思维

对几家商务航空公司进行实地考察时，发现了一种普遍现象，即节油计划的成功与否和文化观念相关。文化的转变并非易事，但还是有些经验可以借鉴。在联合航空公司，提高燃油效率问题被公司当作要务来抓，他们选派了一位资历最深、经验最丰富的飞行员任操作效率部门经理负责这项任务，为节油计划的实施提供了重要的权威性。公司还重视对飞行员和配发员的集中培训，帮助他们提高和保持效益。

结语

这项研究的重点是通过制定以精益原则为本的任务计划,提高 KC-135 加油机的燃油效率。实施目标油量和中央配发系统有可能节省大量的油。本文讨论的概念和研究结果可以根据 AMC 各种加机油的飞行任务过

程加以个别调整。AMC 是国防部最大的燃油消费者,它在 2005 年飞行了 142000 多架次。“如果每架次节省 200 美元的话,那么司令部每年能省下 2800 万。2800 万已非小数目,而初步研究表明:如果司令部全面实施主要的节能计划,每年节省的费用可能超过 1.6 亿美元。”³⁴ □

注释:

1. James P. Womack and Daniel T. Jones, *Lean Thinking, Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation* [精益思考:消除浪费为公司创造财富], New York: Free Press, 2003.
2. International Air Transportation Association, 2004, *Guidance Material and Best Practices for Fuel and Environmental Management* [燃油与环境管理的指导资料和最佳实践], <http://www.iata.org/>, 提供者 Martine Carvalho, carvalho@iata.org, accessed 1 December 2006.
3. James M. Rubush and Martin Walsh, “AMC Fuel Efficiency Initiatives –Policy and Execution” [AMC 提高燃油效率计划 — 政策与执行], briefing, 28 August 2006.
4. AFI 11-2KC-135, Vol 3, Chapter 10, C/KC-135 Operations Procedures [空军指令 AFI 11-2KC-135 第 3 卷第 10 章: C/KC-135 操作规程], 1 December 1999.
5. Alexander T. Wells and John G. Wensveen, *Air Transportation, A Management Perspective* [从管理看航空运输], Belmont: Brooks/Cole—Thompson Learning, 2004.
6. 同上。
7. J.R. Gebman, W.L. Stanley, with W.T. Mikolowsky and W.T. Weyant, RAND Corporation, *The Potential Role of Technological Modifications and Alternative Fuels in Alleviating Air Force Energy Problems* [技术改造与替代燃料对缓解空军能源问题的潜在作用], Rand Corporation, December 1976, <http://www.rand.org/pubs/reports/2006/R1829.pdf>, accessed 25 February 2007.
8. 同上。
9. 同以上第 5 项。
10. Michael A. Aimone, *Excel Spreadsheets Calculating Fuel Data for the KC-135* [用 Excel 表格计算 KC-135 燃油数据], updated November 3, 2006.
11. 同上。
12. International Air Transportation Association, *Efficient Operating Procedures* [有效的操作规程], http://www.iata.org/whatwedo/aircraft_operations/fuel/fuelaction/, accessed 1 December 2006.
13. Robert A. Sturgell, “US and China: Collaboration is Key” [美中两国:合作是关键,在 IATA 提高燃油效率研讨会上的发言], Beijing, China, 11 April 2006, <http://www.faa.gov>, accessed 1 December 2006.
14. Ann Karagozian, *Technology Options for Improved Air Vehicle Fuel Efficiency, A “Quick Look” Study* [提高飞行器燃油效率的技术选择 — “快速浏览”研究], Air Force Scientific Advisory Board, 3 March 2006.
15. AMC Pamphlet 11-3, Air Mobility Command, *Birds Fly Free, AMC Doesn't, An Aircrew Guide for Efficient Fuel Use* [AMC 通讯 11-3: 鸟飞不花钱, 飞机则不然 — AMC 机组人员节约用油指南], January 2007.
16. Donald R. Kennedy, “KC-135 Fuel Savings with Improved Training Efficacy, Consolidated Response to MWS Concerns” [提高培训功效, 节省 KC-135 燃油 — 联合解决 MWS 的问题], briefing 97th Operations Group, Altus Air Force Base, Oklahoma, August 2006.
17. David Grossman, “Conserving Fuel Makes Dollars and Sense for Airlines” [节约用油对航空公司有理也有利], USA Today, <http://www.usatoday.com/travel/columnist/grossman/2005-10-03>, accessed 1 December 2006.

18. 国际航空运输协会。
 19. Mike Singleton, Mike, Manager, JetBlue University Technical Operations [捷蓝大学技术操作], personal communication, 27 October 2006.
 20. “American Plans to Spend Less Through Fuel Savings Initiatives” [美国人计划节约用油少花钱], Dallas Business Journal, 1 December 2006, <http://dallas.bizjournals.com>, accessed 16 May 2006.
 21. 同以上第 14 项。
 22. 同以上第 19 项。
 23. AFI 11-2KC-135, Vol 3, Chapter 10, C/KC-135 Operations Procedures: McConnell Air Force Base Supplement [空军指令 AFI 11-2KC-135 第 3 卷第 10 章: C/KC-135 操作规程: 麦康纳尔空军基地附件], 1 December 2003.
 24. AFI 11-2KC-135, Vol 3, Chapter 10, C/KC-135 Operations Procedures: Grand Forks Air Force Base Supplement [空军指令 AFI 11-2KC-135 第 3 卷第 10 章: C/KC-135 操作规程: 大福克斯空军基地附件], 22 December 2005.
 25. 同以上第 17 项。
 26. John Seddon, Freedom from Command & Control, Rethinking Management for Lean Service [不受指挥和控制 — 反思精益服务管理], New York: Productivity Press, 2005.
 27. 同以上第 19 项。
 28. Glen F. Forward, 92 ARW Dispatch Fuel Planning Matrix [第 92 空中加油联队配发燃油计划矩阵表], correspondence 13 February 2007.
 29. 国际航空运输协会, 2004。
 30. 空军指令 AFI 11-2KC-135 第 3 卷第 10 章。
 31. Air Force Pamphlet 10-1403, Air Mobility Planning Factors [空军通讯 10-1403: 空中机动计划因素], 18 December 2003.
 32. James A. Fitzsimmons and J. Fitzsimmons, Service Management, Operations, Strategy, Information Technology, Fifth Edition [服务管理、操作、战略、信息技术, 第 5 版], New York: McGraw-Hill/Irwin, 2006.
 33. 同上。
 34. Mark F. Krusac, personal communication [个人通讯], 11 August 2006.
-

你打你的，我打我的。

— 毛泽东

You fight your way. I fight my way.

— Mao Zedong

战略与成本：美军军事决策程序中的缺口

Strategy and Cost: A Gap in Our Military Decision-Making Process

劳伦斯·斯宾奈特，美国空军中校 (Lt Col Lawrence Spinetta, USAF)

提要： 在美军目前的军事决策结构中，总是假定终局目标已经确定，且作战方针的制定过程只求“绝对优势”，不考虑成本因素。本文作者建议对此军事决策结构进行调整，认为军事战略人员应该提交若干种作战方案，供更关注并管理着公共利益的文职政府领导人挑选。在军事方案中纳入成本考虑因素，将有助于当政领导人更好地平衡竞争公共资源的各种需求。



战争不再是武器装备问题，而是金钱问题。

— 修西狄德斯

总统和国会，是决定美国是否开战以及军队怎样打仗的最终判官。有时，文职政府会委托军事指挥官来确定作战战略（即：调遣哪些部队，如何部署、作战的时机与节奏）。比如，小布什总统不无自豪地说，他将把有关伊拉克的关键决定交由将军们来判断。的确，总统经常把美军最近向伊拉克增兵的决定说成是彼得雷乌斯将军 (Gen. David Petraeus) 的战略而非他自己的主意。¹ 也有时候，文职领导人较多地控制作战方向，依靠军事专家提供建议。无论哪种情况，军

事领导人在国家政策选择与战略塑造方面都发挥着重要的影响作用。

遗憾的是，在培养军事领导人发挥这一作用（即，确定或建议适当的行动方案）方面，目前的军事决策程序结构最起码存在两大缺陷。第一，它假定目标已经既定或终局已经明定，但事实上，此等目标或结局常常仍在待定。在评估一项行动方案时，目前的军事决策程序经常把待定问题——我们想要达到什么目的？——预先假设为已定事项；换句话说，

虽然“我们应该达成什么目的？”还是一个待定的问题，军事决策程序却已假定这个问题已经获得共识和方向。第二，目前的军事决策程序鼓励军人在制定战略时不要顾及成本。目前的军事决策程序首要考虑的是如何最有效地达成既定目标，所以军人总是把计划制订得坚实厚重而不顾虑费用。

然而，文职政策制订者感兴趣的不仅仅是最有效的军事选项。鉴于各利益方都在争夺有限的财政资源，文职官员必须照顾到各种不同的利益。因此他们最关心的是，如何做好各种选择方案的效率与效果之间的权衡。为了顾及其他方面对公共资源的需求，他们也许会选择某个不非常有效但投资回报价值较高的军事方案。因此，文职官员需要首先知道一项行动方案所需的成本，再设定政治目标，以更好地管理互竞争的公共利益。一个能提供一系列选择（包括对付战略挑战的低成本方案）的新军事决策程序，对我们的当政领导会更有助益。

为何忽视成本是个问题

军事家在考虑有关部队组织、训练与装备等事宜时会注意资金因素，但在制定战略和动用军事实力时，明显忽视行动的金钱代价。说白了，军人仅仅把费效比和其它金融分析视为预算工具，而不是运筹用兵的一个组成部分。然而，一场战役或战争的成功往往是经济学的作用。即使一个国家富如美国，资源仍然有限，公众承受战争费用的耐力也是有限的。²事实上，在持久及耗资的战争中，慎重使用资源具有更为关键的意义。

在 2007 财政年度，政府要求的战争经费是 930 亿美元，占国防部总预算近 20%。我们为 global 反恐战——一场布什总统和其他人

都相信会持续一代人的冲突——投入的费用将使整个越战的耗资总额黯然失色。迄今为止，它已经耗费了美国 6,720 多亿美元。³

从具体用钱单位的角度来看，战争的费用令人惊愕。空军为了拨出资金用于应急行动和部队现代化，正在裁减兵员，共计 40,000 人。空军领导人估计，即使在这种规模的裁员之后，今后六年内仍需面对 1,200 亿美元的预算短缺，大概相当于空军整整一年的预算。在谈到部队的预算吃紧时，空军空中作战司令部司令罗纳德·凯斯 (Ronald Keys) 将军说，“我现在几乎沦落到了只够买肉和土豆的地步了。”⁴ 前空军参谋长迈克尔·莫斯利将军的评论也同样沉重，“我们正面临着越来越严重的财政挑战。”⁵

从理论上讲，国防预算是根据合理需求来制订。但实际上国会“只能拿出可接受的预算数目，并要求军队在此范围内将就。”⁶ 结果是，国会压缩军队的预算，以维持其他公共服务的正常运作和应对其它日益上涨的费用。退役将军巴里·麦克费里 (Barry McCaffrey) 告知国会说，“在伊拉克打仗每月要烧掉 90 亿美元，加上阿富汗每月 10 亿，我们只好把（多达 550 亿美元）资金转用于维持正在进行的地面战争，而无法留出充分的资金支持美国空军与海军的现代化升级。”⁷

军人不能仅仅因为机构费用或其它费用高就否定某项战略。毫无疑问，我们国家会不惜任何代价来保卫自己的生存。“如果伊拉克拥有大规模杀伤性武器而对美国造成直接威胁的话，那么战争便有其正当理由，任何代价都值得。”MSNBC 电视台的首席经济记者马丁·沃克 (Martin Wolk) 如是说。⁸ 即便如此，在筹划军事行动时仍可把费用问题考虑进去，它有助于验证出各层级行动计划的可

取性。另外，确定出一项行动持续下去所需的费用，也许有助于决策者根据战场实际情况与战略形势，来重新评价他们最初的政治目的。

这种观点并不是建议我们把所有的成本与利益都金钱化，从而把战略的复杂性简化成简单的数学比率（即：选择费效比最小的行动方案）。比如，伊拉克实现民主所体现的价值就无法用金钱来衡量。海军陆战队作战准则 MCDP 1-1《战略》很贴切地指出：“然而，考虑到战争的性质，这种费效比分析是说着容易做着难……。（而且）通常很难判定作战成本在哪个点上超出了胜利的价值。”⁹ 不过，“胜利”的价值虽然难以计算，这不等于说军人在制定战略时就索性把成本因素排除在外。副总统办公室前任国家安全事务副助理和政策策划部主任弗莱德伯格（Aaron L. Friedberg）强调指出，“任何战略策划行动的首要基本任务是制定几种可供选择的行动方案，并帮助政策制订者对各种方案的潜在成本与效益进行系统的评估。”¹⁰

不健全的军事决策程序

遗憾的是，目前的军事决策程序没有充分纳入成本因素。这个程序通常一开始就假定：文职领导人已经确定了明确的目标，划定了理想的最终局面。然后，战略部门提出几套符合总政方针的行动方案供作战司令官抉择。这种做法有一个问题：它狭隘地集中考虑如何最有效地实现既定目标，而不是为决策者提供一个可选择的单子。如果达到某个目标的成本太高的话（与其它相竞争的公共利益比较而言），文职政策制订者也许会认定这个目标不值得去追求，或者决定改变目标，而寻求其它能提供更好价值的行动方案。

现行作战准则鼓励指挥官集结一切可用的战斗力，而不去探索成本较低的对应措施。比如，美国陆军战地手册 FM 3-0《作战行动》就规定：“一旦到了执行的时机，所有部队都应参与任务的执行。”¹¹ 这条用兵原则是发动所有可用兵力，其根源则是克劳塞维茨的理论，即在总体战争中资源不用即属浪费。克劳塞维茨认为，“如果一支部队的某个分队被部署在一个不能与敌人有效交战的位置或者正在行军途中——即闲置——而敌人此刻正在作战，那么从经济学来讲就是治理不善。从这个意义上说，他们被浪费了，这比使用不当更糟糕。当需要行动的时候，第一要求应该是：所有单位都要行动起来。”¹² 先贤之言固然有理，然而，当非关键利益面临挑战时，派大批部队去执行任务也许在政治上行不通，并且 / 或者成本高出可承受范围。

指挥官有时会以压倒性兵力是“用兵需要”为由，要求投入超过实际需要的作战资产，而限制了政治上的选择。¹³ 麦克宾·欧文（Mackubin Thomas Owens）评论说，“当部队不想做某事的时候——比如 20 世纪 90 年代时在巴尔干半岛——它就干脆夸大兵力需求：‘答案是 35 万名战士。你要问什么？’”¹⁴

目前军事决策程序制订战略的方式，是把作战需要转变成兵力分配问题。指挥官分配到用于一项战役的资产，如果对实现总目标多少有所贡献，他们就会使用这些资产，不管使用这些资产的边际效益是否大于成本。这种情况就好比一个中央计划经济下的工厂使用资源。政府分配给工厂一定的资源，工厂就使用这些资源，即使其产品不增添多少价值。联合作战准则 JP 5.0 作为指导联合作战策划的文件，在概要说明联合策划的步骤时，基本上忽略了成本问题。JP 5.0 在阐述指挥官开展行动方案分析和作战模拟、行

动方案比较和批准等过程时，都没有把成本列为一个衡量指标，而且也没有要求策划者比较各种行动方案的相对成本。相反，它敦促指挥官简单地选择“成功机率最高的[行动方案]。”¹⁵ 指挥官被鼓励在评价所建议计划的有效性时，仅把成本作为次要标准来考虑。就此而言，指挥官的参谋人员所做的，就是给出两择其一的判断（是或否），亦即：从军事效果上看，某项行动方案是否“值得付出预计的成本”。¹⁶ 整个过程中没有考虑文职政策制定者的选择，比如，他们可能倾向于选择次佳的军事行动方案，以把国家的有限资源分流到其它方面。¹⁷

参谋长联席会议主席手册（CJCSM）中阐述联合计划的文件，如 CJCSM 3122.01A、CJCSM 3122.02C、CJCSM 3122.03C，表达的指导思想和 JP 5.0 相似，也没有指示参谋人员在建议的作战行动方案中考虑相对费用这个因素。¹⁸ “参谋评估”作为整个行动方案开发过程的第三步，是对建议行动的合适性提出“关键估计”，但不要求总结或分析成本信息。同样，“司令官评估”作为行动方案开发过程的第四步，是把建议的各种行动方案进行可取性比较，也没有要求评估行动的代价。而且，手册禁止把任何评估信息透露给美国政府的其它机构。¹⁹ 这条规定是阻拦行动方案开发过程早期阶段的费用透明性。“参联会主席评估审查”作为最后一步，要求主要参与者审查所建议的行动方案是否“值得付出预计的成本”。但它仍然只以军事效果为评判条件，也只需选择是或否。财务信息没有写进任何计划的附录中，供审查的替代行动方案中也不提及相对费用。²⁰

目前军事决策程序对费用的有限考虑还反映在其它许多方面。一般的战争计划包括 36 个附件，但没有一个附件具体说明执行这

些计划的预计费用。²¹ 像联合空中作战中心这样的军事战略单位根本找不到财务军官。空军作战战术、技术及程序 AFOTTP 2-3.2 作为空天作战中心的详细作业手册，对制定战略时应该如何考虑费用因素没有做任何讨论。在兵力部署中的成本考虑部分，AFOTTP 2-3.2 只给了策划者一个提示，告诫他们：“无人飞机上无人……（但是）一架装备齐全的 RQ-1 ‘捕食者’ 的成本超过 320 万美元，一架 RQ-4A ‘全球鹰’ 的成本超过 1,200 万美元……（因此）如果派遣这些飞机进入很可能被击落的空防严密区域执行高风险任务，需经联合部队航空力量统一指挥官批准。”²²

在与伊拉克反叛力量的作战中，我们看到，联合空中作战中心主任授权动用价值 3,500 万美元的 F/A-18A 战机，从价值 25 亿美元的航空母舰起飞，飞往仅有一名持 AK-47 自动步枪的叛乱分子的藏匿地，空投价值 19 万美元的激光制导武器；而我们的敌人只用旧炮弹与一部手机电话，就造出简易爆炸装置，来炸毁我们价值 15 万美元的“悍马”军车。²³

反恐战或平叛作战期间的费用控制尤其重要，因为敌人能达成与其努力不相称的效果。洛伦斯·弗里曼（Lawrence Freedman）写道：“汽车炸弹是隐形武器，既便宜又简单，就能炸毁目标，爆炸过程中还发出巨大的响声，不容忽视。鉴于这些理由，它们在非对称作战中可谓登峰造极。”²⁴

防备简易爆炸装置和其它非对称袭击的代价很大。2001 年 9 月 11 日的恐怖袭击，其成本大约在 40-50 万美元之间，然而，劫机分子造成了高达几十亿美元的直接损失，间接损失更以几何等级上升。²⁵ 而且，这次

袭击也迫使美国在国土防御上花费了数十亿美元。

在《制定 21 世纪战略》一书中，丹尼斯·德鲁教授(Prof. Dennis Drew)和唐纳德·斯诺教授(Prof. Donald Snow)担忧说，敌人战略家会设计出不对称手段，使美国流血，使它以政治上难以接受的程度消耗国家的经济资源。²⁶ 尽管“美国的经济和以往相比要强大和旺盛的多，但政府能够用于军事目的的经济资源却减少了。”²⁷ 在这块经济饼图中，军事预算部分和其他非军事部分相比已经缩减。并且这种趋势还会继续，因为各种政府津贴计划费用在飙升，尤其是我们已经进入二战婴儿潮这代人的退休时期，国会必须找到支付这些费用的途径，“可伸可缩”的国防预算很可能首当其冲，成为未来经费裁减的对象。²⁸

我们当今的敌人，与其说企图从军事上打败我们，不如说更指望我们内部政治垮塌而失去继续作战的意志。很遗憾，我们目前的军事决策程序在制定战略时没有考虑成本问题，这一点正中了他们的下怀。

更好的做法

文职政府的政策制订者必须调停相互竞争的公共利益，如果能让他们在设定政治目标之前对相关成本有更好的了解，将更有助益。为了支持这种构想，军事战略家需要准备提供搭配合理的政策选择，既有成本不高的对应措施，也有更强硬的替代方案。这种结构涉及到调整目标和欲达到的最终状态，以及潜在的对应措施。本质上，这种新的做法将为政策制订者提供一张选项较多的单子。军人应该向文职官员说清楚，各种不同的军事方案能“买到”什么相应的效益？国

家付出的牺牲和开支能收到什么回报？要冒多大的风险？问题的关键在于调整所付出努力的规模，并列出行动的相关费用，以便文职官员能选出最佳价值的方案。换言之，军人应该找出并说明各种待选方案的效率与效果之间的互动。以人力、财力、物力来考虑，如果付出成本为 X，我们预计收到某种效果；如果付出成本为 Y，我们预计收到另一种效果。我们也许能以 10% 的代价换取 90% 的结果。比如，构建一个运作完好的民主伊拉克，其标价也许是天文数字；而构建一个安全、相对稳定的伊拉克，其费用也许只是上述标价的几分之一。美国也许只需付出相当于其他更昂贵计划和承诺的十分之一，就能保持这个国家免于崩溃。

战略方针不是一成不变的。总统也许会根据机遇或与敌人初次交锋后出现的限制因素而改变初衷。战略制定是个反复调整的过程，其目的是拟定一个能保持优势的计划。²⁹ 决策者在设定最初目标之前，需要考虑成本因素；在其后评估是否坚持原定战略方向，或是调整目标并重选替代方案的过程中，也要始终做到胸有一部成本帐。因此，军人在军事决策程序的行动方案对比 / 选择阶段，应该明确地把费用考虑在内。遗憾的是，许多指挥官既没有受过行动经济学方面的训练，而且对此也不感兴趣。但是，要想支撑像全球反恐战这样的持久战，费用因素尤其重要，因为它影响着军事行动与公共支持的可持续性。

向邱吉尔学习

二战期间，温斯顿·邱吉尔有句名言：“誓死保卫吾岛，不计一切代价。”³⁰ 但在他早期的职业生涯中，当国家形势尚未如此紧急时，他曾承认，所提议行动方案的价码（即人力

和物力费用)决不仅仅是次要考虑的问题。第一次世界大战过后,英国竭力想维持自己的殖民帝国,但它的国库接近崩溃。任战时首相的邱吉尔不得不想方设法采用各种节省但具有创意的战略,来维持英国对海外领地的控制。

1919年,阿富汗的王公宣布讨伐西北边境省的不列颠军队。英国向卡拉奇派遣了一架汉德利佩季(Handley Page)双翼轰炸机,飞机在喀布尔上空投下4枚112磅和16枚20磅的炸弹,不久这位王公便停战求和。军事史学家兼战略家巴兹尔·李德尔·哈特(Basil Liddell Hart)宣称,“这架飞机以一机之威,甚于六万大军。”³¹

一年之后,被称为索马里“疯毛拉”的穆罕默德·本·阿卜杜拉·哈桑(Mohammed bin Abdullah Hassan)重新露面,威胁到英国在这一地区的利益。这位狂热的毛拉几十年来都是英国的一根肉中刺。在此之前,英国向索马里派过四次远征军,最后一次有15,000人,但四次远征军均告失败。这位毛拉得以重整旗鼓,在当地已经接受英国统治的部落人中制造恐怖,最终屠杀了本地区三分之一的居民。³²

英国议会不愿重蹈地面入侵劳命伤财的覆辙。于是,邱吉尔往东非派了六架小飞机,对毛拉的要塞连续轰炸两天,立刻结束了索马里的危机。邱吉尔自豪地说,以往的陆地远征花了国库600万英镑——大约等于当今的1.2亿英镑(2.2亿美元)——但是英国皇家空军只用了77,000英镑就大功告成。³³

邱吉尔也设法使用类似的廉价手段,来保持英国在美索不达米亚和其它中东与西南亚国家的影响。1919年8月,他告诫议会,英国在美索不达米亚的庞大驻防部队开销太

大,主张大幅度削减。邱吉尔建议说,如果把某些机械化部队换成人数较少的步兵,英国的势力也能够维持。到1920年早期,曾经多达25,000人的英国驻军减少了将近一半。即使如此,维持这支缩编了的部队每年仍需1,800万英镑,陆军部依然难以继续支付。“迫于财政的需要(削减费用),邱吉尔现在开始思考更为激进的军事路线,”大卫·奥米西(David Omissi)在《航空力量与殖民统治》一书中如此写道。“邱吉尔坚持不懈地寻求以更省钱的办法来守住美索不达米亚。”³⁴他依靠的主要战略就是充分借助空军力量并运用诸兵种合成作战。在伊拉克,邱吉尔“选用的省钱之道是通过傀儡统治者治理国家,”所以他在1921年把费萨尔一世扶为国王。³⁵在邱吉尔的努力下,英国得以在美索不达米亚维持住阿拉伯王国的体制,并把其他人口也置于英国的统治之下。

列举这些历史事件的用意,不是要争辩空中治安巡逻的功绩。恰恰相反,英国对这个地区的政治愿望一直都没有彻底实现。比如,那位“疯毛拉”始终没被抓获,他的700人马逃掉了,有朝一日还会卷土重来。确切地说,这里的用意是想说明,邱吉尔如何在制定战略时结合对费用的考虑,以及他如何能够成功地制定出政治上行得通而且财政也承担得起的军事行动方案。

结语

军人应该探索途径,设法降低军事响应行动的成本同时提高效果,而不是一味地规划和动用所有可用的战斗力。太多的时候,指挥官总是把目标定位在保证“压倒性战斗力”,并投入“最大努力”来争取达到主要目的。³⁶这种思维方式过于简单。军人更应注重“合理使用和分配兵力。”³⁷

维克托·戴维斯·汉森 (Victor Davis Hanson) 在《大屠杀与文化》一书中写道,“说到底,战争是个经济学问题,在这个方面,所有国家的选择都受其生产产品与提供服务能力的限制;因此,每个军队都计算着用最小的代价获得最大的军事实力。黑暗时代和中世纪的军队,像他们的传奇前辈那样,也免不了受到此等限制,所以他们很快就发现,按人头来算,供养步兵的费用只是骑兵的十分之一。”³⁸ 但是,在战略中结合费用因素还不仅仅是简单地调整战力搭配问题。

在帮助维持英帝国的同时,邱吉尔运用一支诸兵种合成部队以减少开支。更重要的是,他提升了费用因素的地位,使之超越了

次要关注,并向政策制订者提供一系列的用兵方案供其选择。由于文职政策制订者最感兴趣的是如何促进及管理更受关注的公共利益,所以军事战略家需要拿出可供选择的多种方案,而不能只提供强势作战方案。也就是说,他们应该拿出一张待选方案清单,其中包括或许能产生一系列政治上可接受的效果的低成本方案,以便我们的当政领导能更好地平衡竞争公共资源的各种需求。这种做法不一定就是要求指挥官吝啬地使用自己的资源,但是它的确要求军人牢牢掌握成本的基本原理,愿意突破只顾作战不计其余的狭隘思维,鼓起勇气,提出多种慎重用兵的合理方案。□

注释:

1. Editorial, “Hiding behind the General” [社论:藏身将军背后], *New York Times*, 9 September 2007, <http://www.nytimes.com/2007/09/09/opinion/09sun1.html>. 另参看 Lawrence Korb, “Bush Must Stop Blaming Military Leaders for Failed Strategy” [布什必须停止将战略失误归咎于军事将领], *Huffington Post*, 22 July 2007, http://www.huffingtonpost.com/lawrence-korb/bush-must-stop-blaming-mi_b_57317.html.
2. Martin Wolk, “Cost of Iraq War Could Surpass \$1 Trillion” [伊战费用可能突破万亿美元], *MSNBC.com*, 17 March 2006, <http://www.msnbc.msn.com/id/11880954>.
3. 6720 亿美元的成本是根据 2006 财年国会研究服务局的估算,加上 2007 财年联邦预算里所注释的作战费用。Ann Scott Tyson, “Bush’s Defense Budget Biggest since Reagan Era” [布什的国防预算自里根时代以来最高], *Washington Post*, 6 February 2007, <http://www.washingtonpost.com/wp-dyn/content/article/2007/02/05/AR2007020501552.html>; 和 John A. Tirpak “The \$120 Billion Cut” [缩减 1200 亿美元], *Air Force Magazine* 89, no. 10 (November 2006): 28–33, <http://www.afa.org/magazine/nov2006/1106cut.pdf>.
4. 引自 Tirpak “缩减 1200 亿美元” 第 33 页: 2007 年 10 月 2 日,科利将军从凯斯将军手中接管空中战斗司令部。
5. Gen T. Michael Moseley, “The Future of Air and Space Power” (address, Air Force Association’s Air and Space Conference and Technology Exposition, Washington, DC, 27 September 2006), [莫斯利将军 2006 年 9 月 27 日在空军协会航空航天会议与技术博览会上的演讲:空天力量的未来], <http://www.af.mil/library/speeches/speech.asp?id=276>.
6. Robert S. Dudley, “Second Opinion” [他人之见], *Air Force Magazine* 90, no. 1 (January 2007): 2, <http://www.afa.org/magazine/jan2007/0107edit.pdf>.
7. Senate, Testimony of General Barry R. McCaffrey (USA, Ret.), Adjunct Professor of International Relations, United States Military Academy, before the Senate Armed Services Committee [美国退役将军、美国军事学院国际关系系兼职教授巴里·麦卡费里在参议院武装部队委员会上的证词], 110th Cong., 1st sess., 17 April 2007, 6, <http://armed-services.senate.gov/statemnt/2007/April/McCaffrey%2004-17-07.pdf>.
8. Wolk, “Cost of Iraq War” [伊拉克战争的代价].
9. Marine Corps Doctrinal Publication 1-1, Strategy [海军陆战队作战准则 MCDP 1-1: 战略] 12 November 1997, 43, http://www.dtic.mil/doctrine/jel/service_pubs/mcdp1_1.pdf.

10. Aaron L. Friedberg, "Strengthening U.S. Strategic Planning" [加强美国的战略规划], *Washington Quarterly* 31, no. 1 (Winter 2007–8): 49, http://www.twq.com/08winter/docs/08winter_friedberg.pdf.
11. Field Manual 3-0, Operations [战地手册 FM 3-0: 作战行动], June 2001, 4-13, http://www.dtic.mil/doctrine/jel/service_pubs/fm3_0a.pdf.
12. Carl von Clausewitz, *On War* [战争论], ed. and trans. Michael Howard and Peter Paret (Princeton, NJ: Princeton University Press, 1984), 213.
13. 比如, 鲍威尔准则要求: 美国利用国家的“一切资源和工具”, 使用“压倒性优势的兵力。”另参看 Michael Gordon, "A Nation Challenged: Military Analysis, a New Kind of War Plan" [面临挑战的国家: 军事分析——一种新型的作战计划], *New York Times*, 7 October 2001, <http://query.nytimes.com/gst/fullpage.html?res=9C0CE0D7123CF934A35753C1A9679C8B63&sec=&spn=&pagewanted=print>.
14. Mackubin Thomas Owens, "Failure's Many Fathers" [失败之母面面观], *Foreign Affairs* 86, no. 5 (September/October 2007): 149, <http://www.foreignaffairs.org/20070901faresponse86511/richard-b-myers-richard-h-kohn-mackubin-thomas-owens-lawrence-j-korb-michael-c-desch/salute-and-disobey.html>.
15. Joint Publication 5-0, Joint Operation Planning [联合作战准则 JP 5-0: 制定联合作战计划], 26 December 2006, III-33, http://www.dtic.mil/doctrine/jel/new_pubs/jp5_0.pdf.
16. 同上, III-50.
17. 当商界领导人为了制定长期资本决策而进行净现值分析时, 他们不会抓住每个提供正净现值的机会(即, 提供利润大于预期成本的机会)不放。相反, 他们承认公司资本有限, 并且只选择执行能创造最大价值的方案。同理, 文职政策制订者也不必只根据预测利润是否高于成本这一点来决定公共政策。公共资源以及他们自身的政治资本都有限。因此, 他们尽量追求那些能获取最大集体利益和/或者选民利益的政策。
18. Chairmen of the Joint Chiefs of Staff Manual (CJCSM) 3122.01A, Joint Operation Planning and Execution System (JOPES), vol. 1 (Planning Policies and Procedures [参谋长联席会议主席手册: 联合作战计划与执行系统, 第1卷: 计划制定的政策与过程], 29 September 2006; CJCSM 3122.02C, Joint Operation Planning and Execution System (JOPES), vol. 3 (Crisis Action Time-Phased Force and Deployment Data Development and Deployment Execution [第3卷: 危机行动分阶段兵力与部署数据的产生与部署执行], 19 June 2006; CJCSM 3122.03C, Joint Operation Planning and Execution System, vol. 2 (Planning Formats and Guidance [第2卷: 计划制定的格式与指南], 17 August 2007.
19. 根据 CJCSM 3122.01A 的规定: “在这个过程中的这一阶段, 不准把计划信息透漏给其它美国政府机构。”不过此手册确实允许受援司令“着重提出问题, 供未来机构间协商、审查或解决”, 以便最终呈交给国防部长 (C-9)。
20. 同上。
21. 对伊拉克开战之前, 国会预算办公室 (CBO) 在发布战争预计费用报告时, 试图把这些情况告知政策辩论部门。但这个报告没有把成本与各种战略挂钩。CBO 的报告把“使用的战略”和“部署兵力的规模”等关键的成本动因列为“未知数。”“伊战的预计代价: CBO 说, 伊战每月耗资可多达 90 亿美元。”参看 About.com, <http://usgov-info.about.com/library/weekly/aairaqwarcost.htm>.
22. Air Force Operational Tactics, Techniques, and Procedures: Air and Space Operations Center [空军作战战术、技术、和程序 AFOTTP 2-3.2: 空天作战中心], 13 December 2004, 4-41.
23. Thomas Lienhard, letter to the editor, "The Pentagon Crisis of 2015" [致编辑信: 五角大楼 2015 年危机], *American Legion Magazine*, 163, no. 2 (August 2007): 5.
24. Lawrence D. Freedman, review of Buda's Wagon: A Brief History of the Car Bomb by Mike Davis [评 Mike Davis 所著《布达的马车: 汽车炸弹简史》], *Foreign Affairs* 86, no. 3 (May/June 2007): 144, <http://www.foreignaffairs.org/20070501fabook86325/mike-davis/buda-s-wagon-a-brief-history-of-the-car-bomb.html>.
25. National Commission on Terrorist Attacks upon the United States, *The 9/11 Commission Report: Final Report of the National Commission on Terrorist Attacks upon the United States: Executive Summary* [9/11 委员会报告: 美国遭受恐怖袭击国家调查委员会最终报告: 概要], (Washington, DC: Government Printing Office, 2004), 14.
26. Dennis M. Drew and Donald M. Snow, *Making Twenty-First-Century Strategy: An Introduction to Modern National Security Processes and Problems* [制定 21 世纪战略: 论述现代国家安全的过程以及问题], (Maxwell AFB, AL: Air University Press, 2006), 198, http://aupress.maxwell.af.mil/Books/Drew_Snow/DrewSnow.pdf.

27. 同上, 196-97。
28. “政府总开支中大约有 85% 用于三类用途：津贴计划（比如联邦医疗保险）、国防、国债支付（付利息）。所有其它政府职能仅占总开支的 15%。津贴金不容易削减，因为它有益于一大批选民（投票人），且通常得到法律保障。我们也不能拖欠国债利息，因为将来还需要借款。而在剩余的 15% 预算中，该割的脂肪差不多都割掉了。于是就剩下国防预算这一块，而国防预算最易任人宰割，因为预算中将近 2/3 是按年拨款的。与自动支付的开支（津贴金和债务偿还）相比，它更容易被削减。” 同上，第 69 页。
29. Everett C. Dolman, *Pure Strategy: Power and Principle in the Space and Information Age* [纯战略：太空与信息时代的权利和原则], (London: Frank Cass, 2005), 6.
30. Winston Churchill, “We Shall Fight on the Beaches” (speech to the House of Commons, 4 June 1940) [丘吉尔 1940 年 6 月 4 日在下议院的演说：我们决心作战沙滩], Churchill Centre, <http://www.winstonchurchill.org/i4a/pages/index.cfm?pageid=393>.
31. 引自 “An Enduring Illusion” [持久的幻想], *Economist* 380, no. 8492 (24 August 2006), http://www.economist.com/world/displaystory.cfm?story_id=7826962.
32. 同上。另参看 James S. Corum and Wray R. Johnson, *Airpower in Small Wars: Fighting Insurgents and Terrorists* [小规模战争中的空中力量：与叛乱及恐怖分子作战], (Lawrence: University Press of Kansas, 2003), 53.
33. 同上。
34. David E. Omissi, *Air Power and Colonial Control: The Royal Air Force* [航空力量与殖民地控制：英国皇家空军], 1919-1939 (Manchester, UK: Manchester University Press, 1990), 20.
35. “Meddling in Mesopotamia Was Always Risky” [干涉美索不达米亚向来有风险], *Telegraph*, 18 March 2003, <http://www.telegraph.co.uk/news/main.jhtml?xml=/news/2003/03/18/widip218.xml>.
36. Air Force Doctrine Document 1, Air Force Basic Doctrine [空军准则文件 AFDD 1：空军基本准则], 17 November 2003, 24, <http://www.au.af.mil/au/awc/awcgate/afdc/afdd1-chap3.pdf>.
37. 同上。
38. Victor Davis Hanson, *Carnage and Culture: Landmark Battles in the Rise of Western Power* [大屠杀与文化：西方强权崛起过程中的几个标记性战役], New York: Doubleday, 2001), 165.

Strategic level of war. The level of war at which a nation, often as a member of a group of nations, determines national or multinational (alliance or coalition) security objectives and guidance, and develops and uses national resources to accomplish these objectives.

— Air Force Doctrine Document 1, Air Force Basic Doctrine, 17 November 2003

战争的战略层面，是指一个国家，常常作为国家集团中的一个成员，确定本国或多国（盟国或盟军国）的安全目标与指导方针，并开发及使用国家资源以达成此等目标。

— 美国空军作战准则 AFDD 1 《基本准则》



网旗军演：未来的实战训练环境

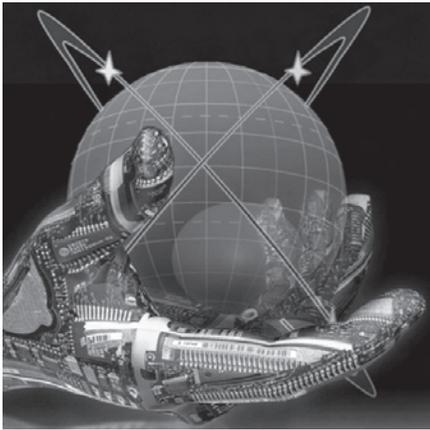
Cyber Flag: A Realistic Training Environment for the Future

安德鲁·P·汉森，美国空军少校 (Maj Andrew P. Hansen, USAF)

保尔·D·威廉斯博士，美国空军少校 (Maj Paul D. Williams, PhD, USAF)

罗伯特·F·米尔斯博士，美国空军退役中校 (Lt Col Robert F. Mills, PhD, USAF, Retired)

马克·A·坎科博士，美国空军退役中校 (Lt Col Mark A. Kanko, PhD, USAF, Retired) *



红旗军演，现在是天空作战的著名演练，未来也将成为网空作战的常备训练。

— 前空军部长迈克尔·温恩

“红旗”军事演习，每年在美国内华达州内利斯空军基地和阿拉斯加州艾尔森空军基地举行六次，通常动用 80 多架战机协同行动，对抗数量众多的真实空中威胁和强悍的地空导弹系统阵列，向真实目标投射武器，向指定地点空投物资。大多数参演者认为，“红旗”军演是和平时期对联合与多国空中行动的最好检验。但是如果空军希望达成前空军部长

温恩提出的大幅提高网空作战环境适应能力的愿望，则必须从根本上转变演习结构。这种改变意义重大，一旦全面实施，将从根本上颠覆“红旗”军演的关键目的。简言之，启动“网旗”军演的时机已经成熟。

空军崛起于技术进步，崛起于对技术（以及人员、程序和准则）在空中战场的运用，通过天空行动影响战争的结局。在空中力量出现后的早期，是技术创新加固了这个全新的作战空间，这一维空间在第二次世界大战中证明对战争成败具有决定性作用，最终为美国空军作为独立军种的诞生铺平了道路，从此主导空中军事能力的组织、训练和装备。同样，我们现在处在网络时代的雏期，网络空间技术的发展正革命性地影响着我们打赢未来战争的方式。如何开创出能反映这种变革的实战训练环境，这是我们面临的重大挑战。这种挑战局面全然不同于过去三十年来“红旗”军演渐进式的发展，但技术进步始终是空军发展历史中的核心元素。1920 年代的飞行先驱们无法想象空中力量会如何演变，今天网空战的拥护者也是一样。前空军部长温恩在致空军官兵的一封信中强调指出，难以置信的技术进步将再一次地改变战争面貌：

汉森少校是俄亥俄州赖特-帕特森空军基地空軍理工学院中级发展教育计划学员（计算机科学硕士培养计划）。威廉斯少校是空軍理工学院工程系网络空间研究中心副主任和计算机科学及网空作战学助理教授。米尔斯博士是空軍理工学院电子工程学助理教授。坎科博士是得克萨斯州圣安东尼奥市Booz Allen Hamilton公司国防系统资深分析师。

“我们的敌人知道网空中存在不对称的机会，他们企图侵入储藏敏感数据的美国工商网络服务器，尝试利用电磁能来干扰或误导我们的精确武器，使用无线电发射机引爆简易爆炸装置，伤害美军、盟军和无辜的平民。”¹

虽然最近对网空领域的重视是朝正确方向迈出了一步，但美军的状态在同其它世界大国，特别是中国相比时，显得相形见绌。过去10年来，中国一直在调整军队，把机械化的人民解放军转变成一支“信息化”部队，培养网空不对称作战能力。²当前，解放军正重点研究如何通过全频谱的动能和非动能作战手段打赢战争。一份对中国作战条令和近期军演的分析表明，解放军具备了先进的信息战能力，例如计算机网络攻击，其抗击敌人进犯的效果不亚于坦克、大炮和飞机。³

几乎每个星期中，我们都读到关于中国实体（政府、军方或个人）攻陷美国电脑和网络的报道。这一系列合谋攻击始于2003年，被美国政府定为代号“骤雨”（Titan Rain）攻击，但这只是美国已经沦为中国人信息进攻战的受害者的一个表现。⁴若要理解网空行动可能产生的效果，人们需要审视最近公开发表的“极光”（Aurora）试验。⁵尽管很多详细内容至今仍然保密，“极光”试验显示电脑网络攻击可如何摧毁美国国内电网内最常使用的一种发电机。在这个试验中，发电机对电脑发出的一系列恶意指令做出反应，产生剧烈晃动，并在一团烟雾和吱吱作响中完全停转。如果全美的同类漏洞都受到这种攻击，将会导致大面积持久停电，瘫痪经济运作。政府经济学家斯科特·博格（Scott Borg）在概括此类攻击的后果时说，“这相当于40至50场强台风同时袭击……，它造成的经济破坏将是任何现代国家闻所未闻……，更甚于

三十年代的大萧条，也更甚于二战期间我们对德国实施战略轰炸所造成的损失。”⁶

美国面临的网络威胁来自多方面，从国家实体、跨国黑客，到组织犯罪等都有，每种来源都具有不同的能力、资源和目的。问题在于，我们必须做好应对所有这些攻击的准备，这就需要建立一支部队，不仅能在并通过网络空间环境有效地行动，还要能整合各个战斗领域的的能力。这项具有里程碑意义的工作要求国防部制定能力要求，培养官兵掌握技能，然后建立“网旗”军演，演练、再演练！

网络空间

2006年10月，参谋长联席会议批准了“网络空间”的定义：“一个以使用电子设备和电磁频谱为特点的领域，经由联网系统和相关物理基础设施储存、修改和交换数据。”⁷但是在近两年之后，我们还没有颁布能界定网络空间的空军或联合作战准则，由此导致看法混乱，对网络空间的组成和在此空间作战部队的组成各执一词。由于我们无法划定哪些部队和哪些能力（例如电子战）属于网空领域，缺乏统一的术语，军种内和军种之间的讨论更趋复杂。再看中国，他们早已跨越这些争论，建立了连贯的作战准则（根据公开资料），以及一支与之相适应的大规模信息战部队。建立一个有形的演习环境，暴露出这些缺陷，将便于我们因应需要来做出统一的界定。

网空领域的一个重要现实是它的范围远远超出电脑网络。网空是一个领域，包括了模拟和数字介质的每一个元素，正如空域包括每一个空气分子。只要看看这些数字元素对银行、配电和个人通讯的控制，就能认识

到这个领域所覆盖的真正广度和深度。正如前空军部长温恩所说，“网空就是一个领域，和陆地一样，战争的每项原则在这里都适用。要掌握这个概念，需要从战争规划到具体行动都进行重大的机构和思维转变。”⁸

中国人很早就认识到这一点，并利用美国还没有重视在网空和通过网空提高军事行动能力的事实。实施信息战，以及由此而产生的影响，可能不如使用动能武器摧毁实物目标那样扣人心弦，但有效的信息战能力同用炸弹击中目标的能力一样重要。事实上，由于美国依赖网络空间，因此我们的网空基础设施遭受不对称攻击的风险更甚于常规袭击。科技是我们的强国之本，也是我们的阿喀琉斯之踵，我们必须采用最高效、费效比最好的方式，发展部队、训练部队，保护我们的薄弱环节。

战斗部队

我们牢记这个薄弱环节，认识到部署网空作战部队对于我们空军和国家的未来至关重要。因此在2007年9月18日，空军在路易斯安那州巴克斯代尔空军基地成立网空司令部（临时），任命威廉姆·洛德少将（Maj Gen William T. Lord）为司令⁹。这个新成立的一级司令部将从各个领域（如电子战、通讯、空间控制）抽调人才，形成部队骨干，发展作战能力。在联合作战行动方面，网空司令部和海军网络战司令部及陆军第一信息战司令部形成互补。空军现在已经完全认可网空为一个作战领域，在这一维空间中，我们开展目标攻防，达成效应，置敌方能力于危险之中。

有一篇最近发表的题为“探索信息作战部队的定义”的文章，审视了在信息作战方

面各军种内部以及军种之间存在的能力差距。文章认为，由于此前界定和建立一支信息部队的努力没有获得成功，因此才存在这些差距。¹⁰网空司令部将主导建造一支涵盖不同使命、技术和信息能力的强大部队，但正如此前讨论所言，仍然存在缺陷。故而需要建立一个有效的训练环境，才能提供避开这些隐患的跳板。

在空军开始组织、训练和装备网空作战部队时，大量的技术专才却蕴藏在平民之中。其实这种情况在过去开发天空领域时也是如此，最初的天空开拓者大多数就是平民航空爱好者。把那些经常侵入政府和民间网站的黑客召集起来，利用他们的能力，其之潜力将不可限量。回顾航空业的早期阶段，一些最受尊敬的飞行员，就出身于身怀空中表演绝技的替身飞行员和特技飞行员。虽然被视为叛逆者，正是这些飞行员将飞机能力和性能发展到极致，在航空史上留下千古英名，查尔斯·林德伯格就是典型代表。现在的黑客以各种方式测试我们的信息系统，在许多方面和这些天空英雄相似。在空军和国防部为建立网空统治优势寻求技术专才时，他们正是宝贵的人才资源。培养这种能力来防御世界上最优秀的电脑黑客，能使军队和民间的网空能力互相借鉴，交替超越，一如空军最终统治天空领域所走过的道路一样。为实现国家的总体目标，我们必须发展具备压倒性优势的专业部队，对潜在敌人构成强大威慑，确保我们有手段有能力发动决定性作战行动，把敌人对美国军民和财产的破坏能力压制到最低程度。我们可以将这些尖端能力最有效地纳入美军的能力阵容，其途径就是创造一个训练环境，在此环境中突出、展示和不断改进我们的网空作战能力。

网旗革命

基于这种理解，我们现在可以着手把民间和军方力量整合起来，保护和防卫我们的国家，打击网络渗透威胁。国防部以严密防卫国家关键基础设施为目标，防止、控制和战胜“极光”之类的网络攻击对国防部恪守此目标而言至关重要。

虽然“极光”试验令人大开眼界，但它仅是网空威胁能力的一个例子。得克萨斯州拉克兰空军基地的空军信息行动中心于2000年创立了“黑色撒旦”(Black Demon)演习，测试美军网络的防御状态。¹¹对于很多人来说，“黑色撒旦”演习就等同于在计算机网络上实施的红旗演习。参加演习的人员保卫关键的指挥和控制节点，抵抗来自第57和177信息侵略者中队、第92信息战争中队和国家安全局经过训练的假想敌人的持续攻击。在2006年，这项演习被重新命名为“防御壁垒”(Bulwark Defender)，并扩大演习范围，融入陆军、海军和海军陆战队，以计算机网络防卫为重点。这项演习为各军种在这个专业使命领域开展联合作战提供了一块最佳阵地，但演习中没有包含信息战的其他任何成分(如电子战和心理战)，也没有提供能把网空效应同由空基或天基装备所取得的效应整合起来的环境。因此，为将这项演习发展成熟，我们必须开发出一个能整合天空、太空和网空效应的实战训练环境。

五角大楼以远见卓识，在1975年开创了“红旗”军事演习的实战训练概念。经战术空军司令部狄克逊上将(Gen Robert Dixon)批准，第一次“红旗”军演于当年11月份举行。¹²此演习从此延续至今，不间断地训练联合和多国空军在空中实战环境中的协同行动。“红旗”军演还对美国在最近各种

冲突中取得压倒性军事成功作出了直接的贡献。¹³

“红旗”军演和“防御壁垒”军演分别对战斗机飞行员和网络操作人员提供关键的实战训练，但是在展示跨领域能力和效果方面尚存不足。现在我们需要把“防御壁垒”和“红旗”军演融合成一项军事演习，以凸现经由动能和非动能方式所取得的网空效应。这种网空间的“红旗”军演在保留现有训练有效性的同时，将纳入网空新领域，并吸收各军种和盟军的能力，形成连贯的整体效应。“防御壁垒”使我们能在网空中演练关键的联合防御能力，而“网旗”军演提供的训练环境能把进攻和防御网空效果整合到主流战役和战术计划之中。“网旗”军演的联合部队司令官能随时调遣信息战部队和装备能力，一如他/她随时调用炸弹或其它动能武器一样。发展这样一个环境，如果将重点全部放在使参与者最大程度暴露于网空威胁和效果上，分三年计划和十年计划这两步走，则更具可行性。

三年计划：最佳做法和最坏情景

建立“网旗”军演的起点，是把现有训练的最佳做法同最坏的网空假设环境相结合，从而通过一项军事演习来验证未来的作战概念。内利斯空军基地“红旗”军演的中心——内华达州测试及训练场，占地约1000平方英里，供参加演习的飞机演练对抗真实的空中和地面威胁。同样，网空演习的中心——联合信息作战训练场，提供一个由分布于不同地域的节点组成的孤立网络，能模拟大量真实世界网络的拓扑结构。这个训练场将网空效应与公共网络隔开，同时保护战术、技术和程序不让潜在敌人窥探。此外，训练营能隔离外界影响，确保训练科目顺利进行，因此

为“防御壁垒”军演提供了一个完善的基础。内华达州测试及训练场和联合信息作战训练场在环境上的类似，“防御壁垒”和“红旗”在军演目的上的相近，为二者的融合提供了一个极好的起点。联合信息作战训练场拥有合适的指挥与控制基础设施，使诸如“红旗”军演这类战术演习的支持网络如何抵御敌人攻击成为一项关键的验证内容。“防御壁垒”军演配备有战役层次通讯的基础设施，可是缺乏同战术层次策划的联系。但是，“防御壁垒”军演的目的是评估网络防卫能力的重要组成部分。因此，我们可以利用流经网络的信息，实现战术目的，使训练登上一个新台阶。把“防御壁垒”和“红旗”军演的环境和情景融入“网旗”军演，将使空战官兵和网战官兵都能实时看到网空内的作战效应。由于“网旗”军演强调的是网络空间的效果，因此不会同现有的训练目的相抵触，不会发生网络攻击影响“红旗”军演飞行训练的情况。参加“网旗”军演的友军网络攻击部队，将为主攻击也由联合信息作战训练场提供的侵略者目标矩阵。信息作战训练场必须有能力复制威胁系统，这对设立真实的网空目标而言必不可少，这样，把它们同内华达州测试及训练场的“网旗”有形目标矩阵结合起来，就能形成一个整体作战环境。下一步，把“网旗”对抗情景和获得的经验教训加以总结和调整，以进一步加强这项军演的训练能力。在下面这个例子中，我们看到，对网络传送数据的不信任，可对作战行动产生严重影响。

联合空中作战中心为“红旗”军演生成空中任务执行令，该中心通过内联网把协调作战策划的许多计算机连在一起；但此网络包含若干个同外部世界相连的接口，为的是能进入互联网和全球信息格栅。有这么一个敌人，运用一个复杂程度相对较低、且不会

造成长期破坏的手段，成功侵入网络，把若干台计算机的墙纸和屏幕保护程序换成了敌国的国旗。这项行动本身伤害不大，但必须进入计算机档案系统才能成功；既然能进入计算机档案系统就能偷盗或篡改数据，而用户或许永远都不会察觉。这次侵入可能而且应该造成我方人员对被攻破的计算机乃至整个网络中的数据和信息丧失信心。司令官于是对此作出反应，或者作为孤立事件简单处理，或者取证分析，或者暂时停止计划中的行动。虽然看上去这个事件的初步影响只是延误空中任务令的生成，但实际上很有可能产生涟漪效应，波及整个目标周期。这个假想情景，只是大量可能入侵行动中的一种，它表明我们必须加强训练，才能确保我们在应对实际危机的过程中不是第一次看到这些网空攻击及其影响。

如何将这种整合以可视形式表现出来，其中的挑战非常巨大。内利斯空战跟踪系统作为“红旗”军演的窗口，只能展现传统领域的战场效果。在演习结束后的汇报会上，这套系统能在大屏幕上反复播放空战情况，让数百名参战人员真切了解演习过程中发生的一切。为弥补无法直观展现网空作战效应的不足，在初期阶段，我们可通过熟练使用幻灯片来进行汇报。但是我们必须制定远期计划，打造更坚实的演示能力，把空战和网战的真实效果实时播放出来。在具备这种能力之前，战场官兵将无法完全体验出这个新作战领域的威力，无法充分理解为什么取得预定效果，而非摧毁一系列目标，才是打赢未来战争的关键。

十年计划：尖端优势

今后十年，应把“网旗”建设成一个主要演练项目。即使近期内可小规模验证“网旗”

军演概念，并可用数年时间不断改进直观演示能力，要想取得网空的尖端优势，仍需每年举行多次大规模演习，才能使官兵有大量机会参与这项关键训练。向“网旗”军演转变的过程，同电子战对作战带来的变化并催生出“绿旗”军演的过程极为相似。越战期间，战机低空飞行证明不切实际，因此我们研制出中高空战术。这些战术的成功关键在于压制敌人的地空导弹系统。但在“红旗”军演中，当导弹系统遭受电子干扰时，就会出现训练冲突，限制参演人员对这些威胁做出反应的机会。很多机组人员是在“红旗”军演中第一次看到发现地空导弹系统的实际显示。为了保留这个关键的训练要求，克里奇上将（Gen Wilbur L. “Bill” Creech）于1978年开创了“绿旗”军演，以凸显电子战的能力。¹⁴“绿旗”军演是世界上最强有力的电子装备作战演习。现在，网空作战所体现的广度和革命性质，其程度远远超过“红旗”军演要达到的目标和目的，因此需要开展类似的变革。只有认识到网络袭击可能瘫痪所有的演习行动，我们才能理解未来战争形式的巨大不同。这样的演习将能达到展示网空进攻和防卫能力的目的，也真实映照出中国军队的训练情况。中国人民解放军从1990年代后期开始了从“机械化军队向信息化部队”的转型。¹⁵以下是蒂莫西·L·托马斯（Timothy L. Thomas）所著《龙的字节》（Dragon Bytes）中的描写：

1999年10月，中国人民解放军进行了另一场信息战演习。北京军区的两个集团在计算机网络上进行对抗，包括侦察和反侦察、干扰和反干扰、封锁和反封锁、空袭和反空袭。总参作战部说，这是红军和蓝军首次在战役层面上进行计算机对抗。济南军区同时进行了类似性质的实战演习。一位演习观察员表

示：高技术武器的性能简直是“如虎添翼”。演习部队展示了实弹击毁敌人巡航导弹，以及使用计算机技术打击信息网络、链接和节点等新战术。¹⁶

中国人民解放军的训练和能力从1999年以来可能已经改进很多，部分要归功于这类实战程度高的可信训练。我们未来的实战训练计划，应提升到能抗衡这种程度的威胁，应打破目前演习阵地的地理边界限制。

美国空军的大多数人都熟悉第二阶段部署演习环境，即模仿某个基地遭到袭击的环境。参加未来“网旗”军演的官兵应体验到同样的演习环境，即要求从美国一个基地发动攻击，但此基地同时也受到来自天空、太空和网空的攻击。基于这种假设，到2018年，我们就能具备一个实战训练环境，它模拟一场广泛分布的战争，涉及多个基地、传统战场和计算机网络。鉴于网络和通讯技术在不断发展，若能适当注重规划，这个设想完全可能实现。在评估模式上，它与第二阶段演习有所不同的是，这种演习是为参加者提供训练，就像“红旗”军演多年来所做的那样。在这种训练环境中，电子邮件服务器被攻陷，移动和公共电话（或其下一代技术）通讯遭阻塞，侵略者飞机频频发动攻击，导致我方行动全面受阻，还有哪种方式更能检验我们的训练和战备呢？中国人把这种形式的训练看作是信息化部队演练动能和非动能武器的途径，上面的引述就是明证。为了占领天空、太空和网空优势，美国必须效仿。在美国本土经历这样一种逼真的实战环境，是最好的实战训练，因为它能动员真正的作战部队，在最短的时间内，用最低的费用，获得最大的训练效果。

要预测10年后的世界非常不易，预测美国空军的变化更加困难，但我们必须努力

加固网空作战能力，使网空部队具备相当于“自由伊拉克”行动中震慑打击的同样力量。为此，我们需要启动一项持续努力，跟上科技的进步，把网空战场的实战环境纳入我们每天的行动之中。

结语

鉴于技术日新，威胁四伏，且当前演习无法适应新形势，开展“网旗”军演的时机已经成熟。“红旗”和“防御壁垒”军演是目前最能身临其境的实战训练。前空军部长温恩希望我军占据网空主导优势，“能同空军在天空和太空无处不在的全球战略存在相提并

论”。¹⁷ 要实现这一设想，需要把联合协同、高技能部队和实战训练环境结合在一起，才能实现。预算紧缩，还有对网空作战的决定性作用认识不足，都可能使美国面对未来敌人时处于劣势地位。网空领域正把外交、信息、经济和军事手段越来越紧密地交织起来。创建一个专门的“网旗”军事演习，将使我们在保留当前军演的训练目的的同时，帮助军队理解网空作战能力对夺取战场胜利的重要作用。美军目前在网空领域并不具备优势。美国的未来，在于我们充分运用现有最佳做法，在网空开创尖端优势，并最终震慑住网空对手。□

注释：

1. Hon. Michael W. Wynne, “Letter to Airmen: Cyberspace Operations” [致空军官兵的信：网空作战], 7 May 2007, <http://www.af.mil/library/viewpoints/secaf.asp?id=320>.
2. Timothy L. Thomas, *Dragon Bytes: Chinese Information-War Theory and Practice* [龙的字节：中国信息战理论和实践], (Fort Leavenworth, KS: Foreign Military Studies Office, 2004), 1.
3. 同上第 6 页。
4. Nathan Thornburgh, “Inside the Chinese Hack Attack” [中国黑客攻击内幕], *Time*, 25 August 2005, <http://www.time.com/time/nation/article/0,8599,1098371,00.html>.
5. Jeanne Meserve, “Staged Cyber Attack Reveals Vulnerability in Power Grid” [网络攻击暴露出电网弱点], *CNN.com*, 26 September 2007, <http://www.cnn.com/2007/US/09/26/power.at.risk/index.html>.
6. 同上。
7. Joint Net-Centric Operations Campaign Plan [联合网络中心行动计划], (Washington, DC: Joint Staff, October 2006), 62, http://www.jcs.mil/j6/c4campaignplan/JNO_Campaign_Plan.pdf.
8. Hon. Michael W. Wynne, “Flying and Fighting in Cyberspace” [在网空中飞行和战斗], *Air and Space Power Journal* 21 no. 1 (Spring 2007): 9, <http://www.airpower.maxwell.af.mil/airchronicles/apj/apj07/spr07/spr07.pdf>.
9. Erik Holmes, “Lord to Oversee Cyber Command” [洛德将军掌管网空司令部], *Air Force Times*, 26 September 2007, http://www.airforcetimes.com/news/2007/09/airforce_cyberboss_070924w/.
10. Maj Timothy P. Franz et al., “Defining Information Operations Forces: What Do We Need?” [探讨信息作战部队的定义—我们需要什么?], *Air and Space Power Journal* 21, no. 2 (Summer 2007): 53–63, <http://www.airpower.maxwell.af.mil/airchronicles/apj/apj07/sum07/sum07.pdf>.
11. 1st Lt Aaron Hansen, “BD06 Confirms Joint CND Capability” [防御壁垒 06 符合联合电脑网络防御能力], *Spokesman Magazine*, April 2006, http://findarticles.com/p/articles/mi_m0QUY/is_4_46/ai_n16135398.
12. Maj Alexander Berger, “Beyond Blue Four: The Past and Future Transformation of Red Flag” [超越蓝军演练：红旗军演的过去和未来], *Air and Space Power Journal* 19, no. 2 (Summer 2005): 46, <http://www.airpower.maxwell.af.mil/airchronicles/apj/apj05/sum05/sum05.pdf>.
13. Air Force Doctrine Document 2-1, *Air Warfare* [空军作战准则 AFDD 2-1：空中战争], 22 January 2000, 63, https://www.hqafdc.maxwell.af.mil/afdcprivatweb/AFDD_Page_HTML/Doctrine_Docs/afdd2-1.pdf.
14. Berger, “Beyond Blue Four” [超越蓝军演练：红旗军演的过去和未来], 46.
15. Thomas, *Dragon Bytes* [龙的字节：中国信息战理论和实践], 1.
16. 同上，25 页。
17. Wynne, *Flying and Fighting in Cyberspace* [在网空飞行和战斗], 7.

接纳联合训练精神

Embracing the Joint-Training Enterprise

威廉·M·里尔森博士 (Dr. William M. Rierson) *



面对一个非常规的、甘愿承受巨大损失的、并不断调整策略来发动反击或躲避我军优势进攻的敌人，占绝对优势的常规军队将如何取得胜利？很明显，我们在战争中面对的是诉诸非对称作战手段的敌人。伊拉克和阿富汗的反叛力量非常清楚，他们在正规的战场上无法战胜美国军队。为了克服协同支援武器的天生不足，这些非正规的士兵只能采取最基本的作战策略：化整为零、分散出击、打了就跑，埋伏突袭，阴谋暗杀和颠覆破坏。敌人寻找并攻击我们的薄弱环节，藏匿于平民中间获取掩护，还操纵信息或制造谣言，

以求改变经济、政治和社会版图，从而影响战争结局。

时间也可能成为我们的敌人。越南人打了 30 年的仗，桑地诺人打了 18 年，当今反叛力量的长处之一就是充足的耐心，由此构成胜过我们正规军队的潜在优势。对照此等优势，美国的政治和国内环境却要求速战速决，打败反叛力量，或者至少，创造一个能让东道国政府在平叛作战中担任主角的环境。

反制敌人的优势和非常规战术，意味着美国和盟军地面部队必须充分联合利用各军

作者在位于弗吉尼亚州 Norfolk 市的美军联合部队司令部联合火力集成与互动作战部工作，担任联合火力部的首席分析员。

种资源，动用一切可动用的作战力量，开展全面协同作战。在伊拉克和阿富汗，我们的部队分布广泛，所以我们必须能有效地搜集信息，并迅速分享，通过安全网络及时传送到各级指挥部门，不受边界限制。这种信息优势反过来又能提高指挥速度，创造在整个作战空间进行协同作战的机会。它向我们的部队提供楔入敌人简单决策周期的能力，削弱他们时躲时露一打即藏的叛军战术和临时拼凑指挥与控制结构的优势，为我军瓦解敌人、逐个击破、夺取胜利开辟出用武之地。

我们当前是在非线性战场上作战，需要的资源超出传统冷战时代空地作战策划和“协同作战”行动。我们面对着如何策划和实施及时联合作战的挑战。如果我们不能及时提供和传发情报，支援外科手术式精确打击和效基作战行动，将无法战胜反叛分子精心策划的威胁。我们的正规地面和空中部队在开赴战区时，必须已经做好应对此类新型不对称作战的准备。为此，各级部队，直到作战旅和飞行中队层次，必须开展创新练兵，按实战要求进行部署训练，其中包括联合训练课目。

“按实战要求训练”虽是冷战年代的老生常谈，当前仍然适用。我们需要一个全新的、相互依存的联合部队训练模式，走上战场后，每一个士兵才知道如何获得各种作战倍增支持资源。一名率领作战巡逻队的21岁步兵中士，如何能迅速得到联合资源提供的火力支援，支持他的巡逻队与眼前的敌人交战？更重要的是，中士的指挥官如何能从同样的联合资源获得确切情报，从而避免这支巡逻队与敌人近距离交战或被迫火力还击？要想做到既能铲除反叛分子的威胁，又不冒高风险、不卷入近距离作战、不诉诸强大破坏火力（避免潜在的连带损毁），就需要情报资源的协调

和相互依赖。如果我方别无选择，形势逼迫我们采用武力打击，或者当参战人员自带武器威力不足或不适当时，行动指挥官应始终能立刻获得外部的“联合”火力支援。这种能力要求决定了各军种都要参与，军种资源必须整合，共同构成联合训练环境。

联合训练和实战演练是取胜关键，对交战中的这位中士和他的指挥官是如此，对提供支援的部门，如战斗机飞行员、情报分析员、地面监视雷达操作员、或者作战协调参谋人员等，也是如此。为使各部门履行自己的使命，同步战术训练环境应能允许并要求各部队参加联合演练。在所有军兵种的作战训练中心、训练基地、常驻地，以及集体训练场合，连贯的兵种协同相互依赖训练模式必须成为训练标准，而非例外。新创的训练课目必须超越传统的本军种训练常规，在整个作战空间中充分运用联合部队的全面能力。

我们目前有一个潜在的联合解决方案模式，这就是正在发展中的“作战旅空地一体化”训练概念，它由陆军训练和准则司令部与空军空战司令部联合提出，得到美军联合部队司令部联合火力集成与互动作战部的支持。这个训练计划是各军种对美军中央司令部要求减少作战策划能力差距和充分利用联合空地资源所做出的直接反应，希望作战旅能充分利用从上到下各个层次的联合近距离空中支援和联合情报、监视及侦察资源，实施战术飞行任务。“作战旅空地一体化”强调在常驻地集体训练课目中加强个人技术和部署前训练，为开赴作战训练中心演练做好准备。在此过程中的每个阶段，各军种的训练协调官和部队提供单位都应根据需要纳入联合训练内容，做到训练环境和训练资源都保持同步。

联合火力集成与互动作战部负责对每项训练——包括常驻地训练和作战训练中心轮训——进行评估，重点放在创造实战联合训练环境上。除此之外，还应通过评估来衡量各部队在空地一体化训练中取得的进步，以确定训练的功效。该部可以美国陆军教训研究中心对基地训练和战区作战的结果与反馈评估报告为基础，编写协同演练报告，按时间顺序解说整个概念。报告的最终版本不需细述参演部队的强项和弱项，而是判定“作战旅空地一体化”概念是否成功地创造出联合训练环境，是否增强参演部队开展空地联合作战的能力。

“作战旅空地一体化”训练计划和其它的协同训练计划，例如在为西部训练营制定的联合情报、监视和侦察一体化计划，都是“联合训练精神”整体解决方案中同样重要的部分，是为向各军种引入联合训练能力。“联合训练精神”一词是由美军联合部队司令部联合作战中心司令兼联合训练（J-7）主任陆军少将贾森·卡米耶（Maj Gen Jason Kamiya）创造的。参与协同训练的单位包括美军联合部队司令部 J-7、美军联合部队司令部联合能力发展局（J-8）、训练和准则司令部、空战司令部、陆军部队司令部、舰队部队司令部，以及海军陆战队部队司令部。联合训练不应偶尔为之，而需一以贯之，成为常设训练，方能提高机动调遣和空中力量司令官们协调和全面应用联合作战力量和情报搜集的能力，

从而在当前作战环境中提高平叛作战的成功几率。我们可将同样的联合训练能力“模式”推广到所有常驻地、作战训练中心或集体训练课目中，为缩小空地联合作战能力中的差距提供一个可行的联合训练解决方案，此差距在陆军教训研究中心编写的“联合部队间、机构间、政府部门间和多国部队间 2007 年教训研究报告：联合环境训练和知识”（2007 年 3 月 16 日）中有明确的解说。

为培养出训练有素、协同一致、相互依存的联合部队，各军种大军区和联合司令部司令必须将联合训练作为必需课目，必须为各军兵种进行联合演练创造机会。各军种的训练基地必须把联合训练嵌入到部署前训练序列之中，作为其组成部分，而不是仅仅为偶尔进行的联合演练提供场地和相关服务。军方高层领导不可视联合训练为可有可无之选择，而应强制推行，否则，各军种直至巷战层级的战术层次指挥官将继续只注重提高个人和部队集体训练的眼前需要。在他们看来，训练内容已经排满，再无空间挤入其他训练课目——对大多数部队而言，事实的确如此，因为在部署轮流周期中，只有这么一段训练时间。于是，司令官经常忽视联合训练，直到开赴战区之后，才不得不在敌人的炮火下进行“在职”培训。唯一的真正解决方案，就是把联合训练嵌入目前的军兵种训练，“作战旅空地一体化”已经为它的起步树立了典范。□



星球防卫：美国国防部应担当缓险重任

Planetary Defense: Potential Mitigation Roles of the Department of Defense

彼得·盖里森，美国空军中校 (Lt Col Peter Garretson)

道格拉斯·考帕，美国空军少校 (Maj Douglas Kaupa)*

地球绕着太阳运行的轨道可谓危机四伏，人类至今安然无恙只是运气所赐。尽管自古以来“天体和谐”的纯朴形象至今犹在，太阳系其实是一个宇宙射击场，充满了行星形成过程中产生的各种太空碎片。这些碎片包括各种小行星和彗星，以每秒 11–25 千米 (km) 的相对速度围绕太阳运行，比飞行的子弹快 10 倍。¹ 地球穿梭在这个危险的星空中，我们却没有建立世界范围的安全网络，无法预警或缓解与空间碎片碰撞的风险。

美国宇宙和星际航行学会的论文“保护地球免受小行星和彗星撞击”（2004 年）以及 2007 年在美国首都华盛顿举行的星球防卫会议都有一个重要议题，即建立一个负责小行星防卫的政府部门，并将此任务列为首要大事。² 本文倡议确定一个风险缓解程序的牵头机构，例如美国战略司令部，藉以建立通讯管道，制定美国星球防卫政策，甚至可供联合国使用。

背景资料

根据美国国家航空航天局 (NASA) 提供的资料，“每天，有大约 25 吨的尘埃和砂粒大小的物质撞击地球；每年大约一次，有一颗汽车大小的小行星坠入地球的大气层，

形成令人敬畏的火球。”³ 美国导弹预警卫星每年记录到多达 30 颗火流星（在大气层爆炸的流星体，亦称为火球），这些火流星释放的能量往往相当于核爆炸（参看图 1，其中包括三年中坠入地球上空的火流星资料）。⁴ 火流星是冰和岩石的混合物，大小各异，小至几米直径，大到 50–60 米直径。需要强调指出的是，直径小于 50–60 米的物体很少能够穿透整个大气层，造成撞击灾难。⁵ 令人更担心的是那些体积更大的物体，它们有能力穿过大气层撞击地球。

更有甚者，还有更大的飞行物会穿过地球的运行轨道。月球、水星和火星的表面显示它们经常受到太空碎片的撞击。地球和那些星球不同，地球仍在地壳构造和侵蚀力的

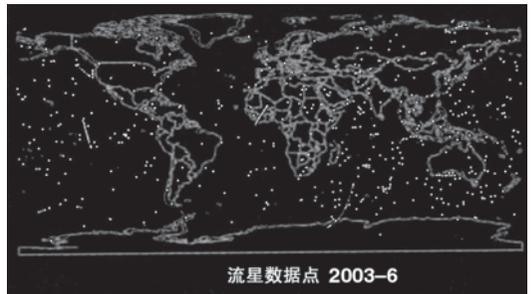


图 1：卫星观察到的进入大气层的火流星

承蒙美国空军未来概念部提供，谨此致谢。

*彼得·盖里森中校在美国空军未来概念局华盛顿总部担任未来科学和技术探索分部主任；道格拉斯·考帕少校是美国加州爱德华空军基地的作战试验飞行员，在空军优先采购计划局局长属下担任 KC-45A 试验主任。

作用下不断变化，因而使很多陨石坑难以辨认。但是，地质学家已经在地球上确认了160个由于小行星或彗星撞击而形成的陨石坑(图2)，更多的陨石坑每年都有发现。尽管大部分陨石坑是在陆地上找到的(图2)，火流星的撞击可以发生在地球的任何地方(图1)。

本文将有可能撞击地球的小行星分为四类。一般而言，密度小于或等于岩石，而且直径小于0.5千米的小行星可能造成“局部损害”，其定义是，毁灭区域的大小相当于密苏里州堪萨斯市那样的中等城市。这些“城市毁灭者”可导致大部分房屋建筑倒塌，而且撞击点周围8至16公里以内的任何易燃物质都会燃烧。碎片将飞落到几十公里以外，

可能导致大面积火灾。如果小行星坠落到海洋，可能造成海啸，其强度将超过2004年印度洋地震，导致成千上万民众死亡。根据对月球陨石坑的研究，平均每200至300年，会有一颗局部损害小行星与地球碰撞。⁶（其他的研究显示每几千年发生一次碰撞。制定星球防卫计划时，可修正碰撞危险的估计时间。）⁷1908年，一颗城市毁灭者小行星坠落在俄国西伯利亚通古斯地区，莫斯科仅以三个小时的时差逃过劫难。⁸小行星凌空爆炸，一大片森林夷为平地，其面积相当于三个哥伦比亚特区。⁹《自然》杂志刊登的确切研究结果显示，通古斯火流星原来是小行星，在离地大约10公里的高空爆炸，其威力为10



图2：地球上160个陨石坑的分布地点

(Lunar and Planetary Institute [月球与行星学会], http://www.lpi.usra.edu/publications/slidesets/craters/slide_2.html [accessed 10 January 2007].) 承蒙月球与行星学会批准复制，谨此致谢。

至 20 兆吨梯恩梯 (TNT) 炸药, 超过第一颗原子弹 1,000 多倍。¹⁰

直径在 0.5 至 2 千米之间的小行星称为“国家毁灭者”, 可造成“区域性毁灭”, 将英国或印度一般大的国家夷为平地。这些小行星可能导致人类大量死亡或受伤 (可高达人口的 25%), 因而可严重破坏现代生活方式。

直径在 2 至 10 千米之间的小行星可造成“全球效应”, 导致极大的撞击伤亡, 并将大量的碎片抛入大气层。灰尘云雾可能会环绕地球, 连续几个月甚至几年使农作物颗粒无收。这些云雾还可能引发酸雨, 污染鱼场和农田。灾难导致全球人口减少 25%, 将极大地影响文明, 使社会倒退几十年。

最后, 直径大于 10 千米的小行星可成为“星球毁灭者”, 其释放的动能相当于一亿兆吨 TNT 炸药, 超过世界上所有核武器的总威力数百倍 (图 3)。¹¹ 如此强烈的撞击将毁灭整个生态系统, 导致大量生命灭绝。在地球生存史上, 也许发生过几次这样的灾难。大约 6500 万年以前, 一颗小行星撞击在墨西哥尤卡坦半岛沿岸, 造成奇科苏鲁布陨石坑, 可能也导致了恐龙灭绝。¹²

这些有潜在危险的天体尽管经常与地球擦肩而过, 但是它们的运行轨道大多数是可预测的, 因此我们可以提前几十年捕捉它们的行踪。然而, 我们刚开始了解它们的威胁。舒梅克-雷维 9 号 (Shoemaker-Levy 9) 等彗星接近地球的机会不多, 因此我们对它们的运行轨道不熟悉, 很难预测它们何时会出现。那颗彗星在 1994 年撞击了木星, 掉落了大约 20 块碎片, 每块碎片的大小为几百米, 释放出几百兆吨的爆炸力。¹³ 此外, 由于我们目前实施的监视是断续和零散的, 城市毁灭者小行星可能会没有任何预警地突然出现。

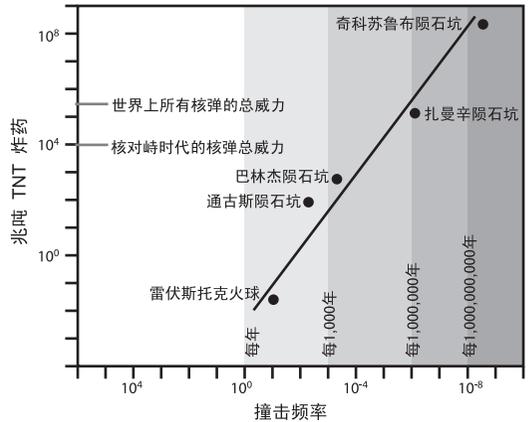


图 3: 兆吨 TNT 炸药与撞击频率比较

(NASA and National Resources of Canada, “Impact Hazard” [撞击灾难], 10 February 1999, <http://liftoff.msfc.nasa.gov/Academy/SPACE/SolarSystem/Meteoroids/ImpactHazard.html> [accessed 17 January 2007]) 承蒙 NASA 和加拿大国家资源局提供, 谨此致谢。扎曼辛陨石坑位于哈萨克的扎曼辛附近, 是大约一百万年以前一颗小行星撞击形成的盆地, 直径为 14 公里。巴林杰陨石坑, 亦称为“流星坑”, 位于美国亚利桑那州, 是大约 50,000 年以前一颗石质小行星撞击形成的盆地, 直径为 1.5 公里。过去人们一直认为那是一个火山口, 但是著名的地质学家尤金·舒梅克 (Eugene Shoemaker) 在实地考察中发现了柯石英和司石英, 证实那是一个小行星撞击形成的陨石坑。上述两种矿物质是罕见的二氧化硅致密形态, 只存在于被强力挤压的含石英岩石中。它们不是火山活动的产物, 而是撞击活动产生的, 而撞击过程是目前已知的唯一能形成那两种矿物质的机制。1965 年, 雷伏斯托克火球穿过加拿大卑诗省的天空。它没有撞击到地面, 但是若干目击者感到大气层里发生了爆炸。

2004 年 3 月 18 日就曾经出现过这样一位不速之客, 当时一颗小行星仅离地球 43,000 公里, 即地球直径的 3.4 倍, 而我们是在它接近地球前 48 小时才察觉的。¹⁴ 那样的距离只是略微超过对地静止卫星的运行轨道。

NASA 及其支援团队于 1990 年代中期开始探测工作, 使用地基望远镜和每年 5 百万美元的微薄预算, 至今已记录了 4,000 多颗近地小行星。¹⁵ 在最近十年, 发现率逐年上升 (图 4)。在图 4 显示的所有近地小行星中, 有一个分类是凶险小行星 (potentially hazard-

ous asteroids), 这类天体将可能飞行到离地球 750,000 公里以内的空间, 此距离小于地球与月球之间距离的两倍。凶险小行星的体积较大, 不会在地球大气层中完全烧毁。自 2006 年 11 月以来, 我们已经探测到 843 颗凶险小行星, 其中 700 颗的直径大于 1 千米, 能造成区域性毁灭。¹⁶

据我们所知, 在目前或今后几年, 已知的小行星不会与地球碰撞。但是, 这种情况可能会迅速改变, 没有人知道地球还能躲避灾难多久。回顾历史, 地球并非始终那么幸运。现在已知有 843 颗具有凶险小行星, 而且还在不断发现, 因此我们必须认真考虑可选用的缓险方案。我们不应该再辩论是否需要星球防卫, 而必须确定何时需要星球防卫。从政策角度来看, 我们知道至少有 843 颗小行星在地球周围巡弋, 随时可能造成局部、区域性或全球性毁灭。因此, 我们只是刚开始了解整个威胁。我们只有在摒弃“窃笑因

素”, 不再错误地把这些想法视为科幻小说之后, 才能全面了解面临的威胁。我们需要制订应急计划和行动准则, 实施保险政策, 这么做的代价将远远低于遭受小行星直接撞击的损失。

当前政策现状

令人欣慰的是, 与地震和飓风的预测不同, 我们实际上可以提前几年或几十年预见到大多数小行星和彗星的到来, 从而采取对策。我们已经有能力开发避免灾难所必需的技术, 而且其代价相对并不昂贵。但是, 没有人领导, 没有人负责处理这个问题, 也没有给任何人指派任务 — 不是 NASA, 不是空军太空司令部, 也不是国土安全部。我们没有现成的应急计划, 没有模拟机构间协同行动计划、机构间协议、标准作战程序, 或可用于风险缓解的硬件设施。

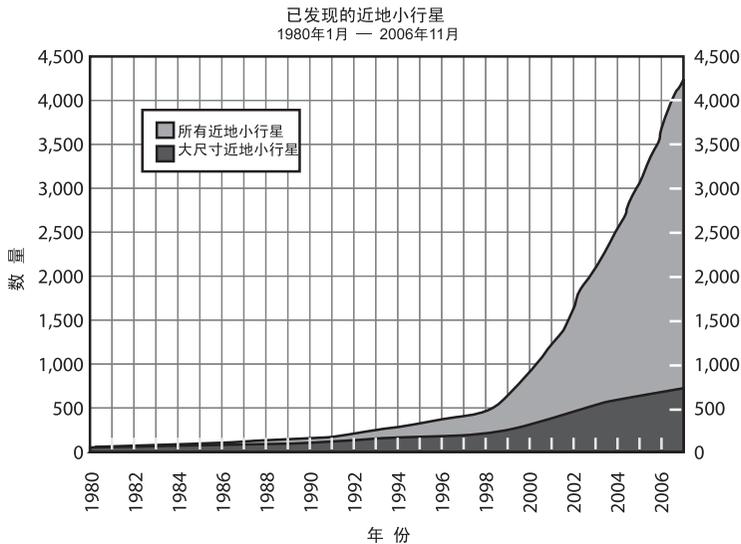


图 4: 已发现的近地小行星

(Alan Chamberlin, “Near-Earth Asteroid Discovery Statistics” [近地小行星发现率统计]; NASA: Near Earth Object Program [近地物体计划], <http://neo.jpl.nasa.gov/stats> [accessed 4 February 2007]) 承蒙 NASA/Alan Chamberlin 提供, 谨此致谢。灰色区域显示所有的近地小行星, 黑色区域仅显示大的凶险小行星 (直径大约等于或大于 1 千米)。

十年预警时间，似乎足够制订上述各项政策和缓险行动计划，但实际情况并非如此。我们将需要花费大部分时间，用低推力高效牵引装置缓慢地影响小行星的飞行速度。牵引装置也需要几年时间才能飞到有威胁性的小行星上。显然，我们需要进行任务规划、航天器开发和测试。国防部目前的系统开发和采购程序往往会拖延到十年以上；F-22 战斗机从开列要求清单到具备初步作战能力就花费了将近 25 年。¹⁷

小行星和彗星各有显著差别。没有两颗小行星或彗星是一样的。它们的绕行速度将影响到我们需采取的对接技术，不同的密度和表面成份组合也将要求我们采用不同的方向修正战术。由于撞击前的应对时间很短，我们也许只有一种选择方案：使用炸药将入境小行星炸成小块。但是，这种方法是否有效，在技术上仍有争论，而且炸碎后的几个小块可能会在不同的地点撞击地球，尽管撞击力也许会小一点。即使每块小行星碎片小到能在大气层烧尽，没有一个国家愿意看到火星进入其领空。这些主动应对方法都有诸如此类的问题，因此我们必须进行研究和详细记录，然而才能决定是否需要采用。我们也许只有一次机会躲避近地小行星的撞击，必须做好充分准备。

星球防卫看似一个抽象的和非真实的国家安全风险。但是，对于以前生活在地球上的恐龙而言，却是灭顶之灾，而且这种威胁性今天仍未降低。有些人也许认为陨石砸到脑袋上的可能性微乎其微，但是他们起码应该担忧下述事实：政府和国防部现在都没有任何应对陨石撞击或缓解其后果的应急计划。

未来政策建议

由于美国政府没有指派或授权任何部门担当星球防卫任务，作为政府部门的国防部并无任何“撞击防卫”作战行动。国防部内极少有人为这方面的政策空白是一个问题，少数几个人看到了问题，但必须面对众人的窃笑。这种思维方式压制了对问题的进一步探讨和研究。如果委派责任，将可纠正这种现象，但是谁来担当星球防卫的重任呢？读者也许会奇怪，本文作者为何在本文开头提到美国战略司令部有可能承担此项任务。为什么不是国防部属下的某个其他部门呢？为什么不是国防部本身呢？也许，NASA 可以一边更新航天飞机和重返月球，一边承担对小行星的探测、侦察和缓险任务。也许，国土安全部或联邦应急管理署是比较适合的候选人，因为小行星撞击可能成为全国性灾难。

NASA 和国防部都拥有太空事务经验，并实际操作太空资产，但是 NASA 的核心任务是太空探索，而国防部的核心任务则是维护美国的国家安全，保护美国民众的生命，并保障我们盟国的安全。姑且不谈经验，星球防卫明显是一项防卫任务。此外，鉴于国防部一直在执行宏大的太空任务，拟议的星球防卫任务似乎较适合国防部的实力和作战范围，而国土安全部则无法与之相比。

在国防部体制内，可能承担星球防卫任务的部门也许可包括太空司令部、国家安全太空办公室、导弹防卫署和战略司令部。有几个理由使得战略司令部成为最佳选择。首先，战略司令部的任务是“让美国拥有全球威慑能力和国防部属力量同步效应，以在世界各地对抗敌方的大规模杀伤武器。”¹⁸ 该司令部协调国防部属作战能力，以期挫败大规模杀伤武器。我们可以把逼近地球迎面

撞击的小行星视为一件武器（尽管没有敌方）。战略司令部是一个作战司令部，拥有完善的通讯管道以及对战略层面威胁作出反应的授权。它已经维持着全球警戒和太空态势感知。以前的美国太空司令部已撤消，并由战略司令部接替。该司令部通过太空司令部，已经在执行日常太空监视，探测弹道导弹的发射，并追踪人造卫星和绕地球轨道飞行的太空碎片的行踪。尽管太空司令部保留了太空资产，但其作战行动控制权属于战略司令部。该司令部还控制所有的军用核能力，说不定成为在某些极短促预警情况下的唯一可选行动方案。此外，战略司令部拥有丰富的实际操作经验，能快速和有效地向文职领导人和民防网络传播警报信息。最后，该司令部拥有多年的经验，善于谈判和执行集体安全协议，例如与加拿大达成的北美航空航天防卫司令部协议以及涉及北大西洋公约组织的多项协议。¹⁹

有些持不同意见者说，星球防卫计划的费用太大，美国无法独立承担，因此该计划应是国际性的。尽管他们的说法不无道理，但是仍有几点需要考虑。首先，这是一个至关重要的生存问题，国际社会可能拖延或制订的计划不完整，美国不应该受其制约。其次，国际合作将仍然要使用美国的资源，但是美国的控制权却减小。再者，出于重要的国家安全考虑，需要美国发展星球防卫能力，用于保护其他国家。维护美国民主文明和国际安全，是美国利益所在。

通过提供国际安全，美国可获得巨大的经济收益。保障安全，我们获益匪浅；丧失安全，则贻害无穷。以显见的方式发展星球防卫能力，我们可在国际安全方面发挥越来越重要的作用。此外，无论怎样，最终很可能都是我们出钱。如果有一颗 300 米的小行

星撞击地球，人类遭受的灾难将远远超过 2004 年的亚洲海啸。人道救援、空运、海运和重建费用将达到惊人的数额。美国投资者将遭受经济损失，美国保险公司将承担巨额赔偿，城市或国家毁灭可能导致经济衰退或萧条。

发展星球防卫系统尽管所费不赀，但将使美国拥有竞争优势。通过解决各种疑难问题，美国将能发展知识资本、工业能力和新技术领域的领先地位，所有这些都是我们保持太空优势所不可或缺的。

除了用于应急计划，保护地球所需的技术还可提供其他优势。在星球防卫中似乎大有作为的各种技术在民用和国防用途中也很具有吸引力，其中包括快速和灵敏响应高能力发射装置、大推力火箭、长期动力供应装置和自主对接技术。

战略司令部已经在运行一套太空监视系统。如果建立功能强大的自动化系统，连续探测空中小行星或彗星的行踪，与目前的探测计划相辅相成，则有可能改善太空态势感知。这些系统可使用现有的军用电子光学深空望远镜地面站，跟踪新发现的近地小行星。一旦有更多的资源和更多的人力探讨星球防卫任务，我们将能发展更好的系统和制订更好的解决方案。

仅仅将星球防卫任务指派给战略司令部并不是一个完整的解决方法，但它是针对星球防卫问题应立即采取的下一个步骤。在授权和指派任务给一个具体机构之后，我们可以开始考虑其他重要步骤。其中一个步骤是实施模拟行动计划，藉以评估我们的作战反应能力和揭示反应能力中的重大缺口，以便确定正确的探索方向和建立作战行动概念。这样的演习将使更多的规划人员接触到星球

防卫问题和可能的选择方案。它也将使各个关键机构汇集在一起, 开始探讨如何进行机构间沟通和实施协同行动。²⁰

战略司令部尽管起核心作用, 但从来不会是唯一参与的机构。建立适当的机构间协调是执行星球防卫任务的一个必要因素, 将有助于发现各种漏洞, 而协调范围可能包括关于入境小行星的通知程序、通知新闻媒体的方法和时间, 以及改变入境小行星飞行轨道的国际合作任务分担。执行缓险支持任务的内部和外部机构(太空司令部、NASA、搜索计划等)与缓险任务一旦失败后负责善后处理的机构(联邦应急管理署、国土安全部等)之间的适当协调, 可通过模拟行动计划进行有效的探索。对于这样庞大的任务进行机构间协调, 可使所有的作战行动显著受益。

我们需要解决许多可行性和资金问题。如果战略司令部受领星球防卫任务, 它需要显著提高其太空态势感知, 以充分了解威胁的特性。我们不仅需要分析缓险方案和各种替代方法, 制订应急计划, 藉以评估其可行性; 我们还必须制订和实施机构间缓险和灾难响应行动计划, 藉以了解各机构应起的作用。初步阶段的工作不需要太多的人员和资金。一个建议是, 建立一个办公室, 制订作战行动概念计划。另一个建议是, 委托外单位进行研究, 比如一些主要大学, 请他们研究替代性探测和缓险结构, 类似麻省理工学院的伊卡露丝项目(Project Icarus)。²¹ 第三个建议是, 由国防先期研究计划局和空军研究实验室带头, 帮助确定改变入境小行星飞行轨道的最佳行动方案(图5)。此外, 可指派一小队军官到 NASA 和联邦应急管理署, 协助计划整合和建立通讯管道。缺乏授权和明确指令限制了星球防卫能力的发展, 其影响大

于资金问题。投入少量的资金, 就可以取得很大的进展, 而所需的资金也许不会超过目前用于搜寻凶险小行星的五百万美元预算的两倍。²²

结语

建立星球防卫计划的第一步, 也是最重要的一步, 是在美国政府内指定一个负责部门, 而我们认为最合适的是美国战略司令部。其他组织达不到功能要求, 对于美国安全并非最佳选择。我们在战略司令部领导下, 发展必要的技术, 可提高美国的国防力量, 而如果由其他机构开发这些技术, 则可能无法获得或不易过渡。美国不需要专门设立一个新的机构, 也不需要设立新机构后必然出现的工作重叠。一旦确定牵头机构后, 我们可以着手制订作战行动概念, 包括建立机构间通讯管道。战略司令部不会是执行星球防卫计划的唯一机构, 因为星球防卫缓险政策将要求其他组织提供各自的作战能力。修改现



图 5: 一位画家关于星球防卫风险缓解航天器改变小行星飞行方向的概念, 远处是地球和月球。

(The Asteroid Tugboat [小行星拖船], Dan Durda 绘制, 登载于 Rusty Schweickart, "Presentation to NASA's NEO Study Workshop," 26 June 2006, slides 9, 10, 21, <http://www.b612foundation.org/papers/AT-GT.pdf>.) 承蒙 Dan Durda, FIAAA/B612 Foundation 提供, 谨此致谢。B612 基金会由一群科学家和技术人员组成, 他们对目前国际社会和各国政府未采取行动保护地球免受近地小行星撞击感到担忧。他们试图“在 2015 年之前找到以有控制的方式显著改变小行星飞行轨道的方法”, 并且建立当近地小行星处于与地球碰撞轨道时的应急程序和处理方案。“The B612 Foundation” [B612 基金会], <http://www.b612foundation.org/about/welcome.html> (accessed 30 October 2007).

有的搜索计划之后, 我们将从各种缓险方案中挑出最可行者, 作进一步发展和测试。地球上过去发生过大规模毁灭事件, 今后也在

所难免。地球并不具备避免小行星或彗星撞击的免疫能力, 但是我们可以建立扎实的星球防卫计划, 对此类事件做好充分准备。□

注释:

1. Michael J. S. Belton et al., eds., *Mitigation of Hazardous Comets and Asteroids* [缓解凶险彗星和小行星撞击风险] (Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2004), 167; and Maria Pereyra, "Speed of a Bullet" [子弹的速度], in *The Physics Factbook*, ed. Glenn Elert, <http://hypertextbook.com/facts/1999/MariaPereyra.shtml> (accessed 29 December 2006).
2. "Protecting Earth from Asteroids and Comets" [保护地球免受小行星和彗星撞击], AIAA Position Paper (Reston, VA: American Institute of Aeronautics and Astronautics, October 2004), <http://pdf.aiaa.org/downloads/publicpolicypositionpapers/Asteroids-Final.pdf> (accessed 22 January 2007); and "White Paper: Summary and Recommendations" [白皮书: 总结和建议], (2007 Planetary Defense Conference, Washington, DC, 5-8 March 2007), <http://www.aero.org/conferences/planetarydefense/2007papers/WhitePaperFinal.pdf> (accessed 17 August 2007).
3. "Keeping an Eye on Space Rocks, Part II: Size Matters" [提防陨石, 第二部分: 体积是关键], NASA: Jet Propulsion Laboratory, http://www.jpl.nasa.gov/multimedia/neo/neo_flash2.cfm (accessed 29 October 2007).
4. Peter Bobrowsky and Hans Rickman, eds., *Comet/Asteroid Impacts and Human Society: An Interdisciplinary Approach* [彗星/小行星撞击和人类社会: 跨学科研究], (New York: Springer, 2007), 150. 另外, 美国战略司令部作战处副主任 Simon P. Worden 准将在众议院对众院科学委员会航天与航空小组委员会所做的关于近地飞行物威胁的陈述中指出: "卫星的导弹警报传感器显示高层大气中有大量的小行星撞击事件, 每年超过 30 次, 空中爆炸经常释放出 10 千吨以上的能量。" 107th Cong., 2d sess., 3 October 2002.
5. 科罗拉多州博尔德市西南研究院科学家 Clark R. Chapman 给本文作者的电子邮件, 2007 年 7 月 23 日。
6. Bobrowsky and Rickman, *Comet/Asteroid Impacts and Human Society* [彗星/小行星撞击和人类社会], 286.
7. Alan W. Harris, "Evaluation of Present and Future Ground-Based Surveys and Implications of a Large Increase in NEA Discovery Rate" [目前和未来地面站探测评估以及近地小行星发现率大幅上升的含义], (2007 Planetary Defense Conference, Washington, DC, 5-8 March 2007), <http://www.aero.org/conferences/planetarydefense/2007papers/S1-3--Harris-Brief.pdf> (accessed 20 August 2007).
8. William E. Burrows, *The Survival Imperative: Using Space to Protect Earth* [生存法则: 利用太空来保护地球], (New York: Forge Books, 2006), 33.
9. Lt Col Rosario Nici and 1st Lt Douglas Kaupa, "Planetary Defense: Department of Defense Cost for the Detection, Exploration, and Rendezvous Mission of Near-Earth Objects" [星球防卫: 国防部执行近地飞行物探测、探索和会合任务所需的费用], *Airpower Journal* 11, no. 2 (Summer 1997): 96, <http://www.airpower.maxwell.af.mil/airchronicles/apj/apj97/sum97/nici.html> (accessed 15 January 2007).
10. Christopher F. Chyba, Paul J. Thomas, and Kevin J. Zahnle, "The 1908 Tunguska Explosion: Atmospheric Disruption of a Stony Asteroid" [1908 年通古斯爆炸: 石质小行星骚乱大气层], *Nature* 361, no. 6407 (7 January 1993): 40-44, <http://www.nature.com/nature/journal/v361/n6407/abs/361040a0.html> (accessed 20 August 2007).
11. Bobrowsky and Rickman, *Comet/Asteroid Impacts and Human Society* [彗星/小行星撞击和人类社会], 211-13.
12. David E. Fastovsky and David B. Weishampel, *The Evolution and Extinction of the Dinosaurs* [恐龙的进化和灭绝], 2d ed. (Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2005), 425-32.

13. Duncan Steel, *Target Earth: The Search for Rogue Asteroids and Doomsday Comets That Threaten Our Planet* [迎头撞击地球: 搜寻威胁我们星球的流窜小行星和毁灭性彗星], (New York: Reader's Digest Association, 2000), 40–41, 102–3.
14. Robert Roy Britt, "Earth Safe from Ultra-Close Asteroid Flyby Today" [小行星今天擦身而过, 地球侥幸躲过一劫], Space.com, 18 March 2004, http://www.space.com/scienceastronomy/asteroid_flyby_040318.html (accessed 19 January 2007).
15. Belton et al., *Mitigation of Hazardous Comets and Asteroids* [缓解凶险彗星和小行星撞击风险], 168; and Alan Chamberlin, "Near-Earth Asteroid Discovery Statistics" [近地小行星发现率统计], NASA: Near Earth Object Program, <http://neo.jpl.nasa.gov/stats> (accessed 4 February 2007).
16. "What Is a PHA?" [凶险小行星是什么?] NASA: Near Earth Object Program, <http://neo.jpl.nasa.gov/neo/groups.html> (accessed 4 February 2007).
17. David C. Aronstein, Michael J. Hirschberg, and Albert C. Piccirillo, *Advanced Tactical Fighter to F-22 Raptor: Origins of the 21st Century Air Dominance Fighter* [从先进战术战斗机到 F-22 猛禽: 二十一世纪制空战斗机的起源], (Reston, VA: American Institute of Aeronautics and Astronautics, 1998), 1.
18. United States Strategic Command [美国战略司令部], <http://www.stratcom.mil> (accessed 10 February 2007).
19. North American Aerospace Defense Command [北美航空航天防卫司令部], <http://www.norad.mil> (accessed 30 October 2007); and "Service Components" [各军种部队], United States Strategic Command, http://www.stratcom.mil/organization-svc_comp.html (accessed 30 March 2007).
20. 遵照美国法典第 10 篇负责执行空军未来战争演习的空军战略规划局能够毫不费力地在适当的高级层面组织一次这样的战争演习。
21. MIT students, *Project Icarus* [伊卡露丝项目], rev. ed. (Cambridge, MA: MIT Press, September 1979).
22. Belton et al., *Mitigation of Hazardous Comets and Asteroids* [缓解凶险彗星和小行星撞击风险], 168.

Space is unforgiving; thousands of good decisions can be undone by a single engineering flaw or workmanship error, and these flaws and errors can be catastrophe.

— Defense Science Board

太空不容错。工程设计和制造中的一个缺陷和错误, 足可颠覆千百项优秀决策, 甚至酿成灾难。

— 美国国防科学委员会

文化冲突：空军与学术研究

Clash of Cultures: Air Force vs. Scholarship

约翰·法莱尔，美国空军大学作战教授 (John Farrell)

提要： 现已升任美国教育和训练司令部司令的洛伦茨将军在担任美国空军大学校长期间，积极推行军事教育改革，在《空天力量杂志》发表“改进空军教育，适应长期战争和未来需要”专文（见本刊 2007 年冬季刊），并在其它许多场合发表类似演讲。法莱尔教授即在此背景下发表本文。

前 空军大学校长洛伦茨中将试图在空军中加强知识型领导，这是一场攻占山头的硬仗，因为空军一向重军事作战才能而轻学术研究才能。扬抑之间，卧着一条文化的鸿沟。文化的差异，影响着军事教育，也对军官学者的职业发展提出了挑战。

在空军内部，大多数亚文化职业领域都注重强化军事服务的文化氛围，崇尚军事作战、军事技术和军事管理技能。在飞行等作战专业领域，推崇的是武士精神；在维修和工程等技术领域，强调的是空军对技术的依赖；在财务和人事等领域，遵循的是空军领导人长期器重的管理和组织原则。

于是人们也许认为学术研究才能与军事服务的文化格格不入，因为它不大容易归属到其中的任何一类，而且理论研究难以立竿见影，在注重速见成效的军事文化中很少得到鼓励。高等教育的院校环境也与军队的指挥结构链相左，后者的特征是明确的上下级服从关系。此外，鼓励百家争鸣并保护有争论性、甚至有攻击性言论的学术自由与部队那种体现统一、忠诚、服从的纪律文化更是背道而驰。

这些文化差别表现在工作量的优先分配上。在民间高等教育界，绩效是通过教学、科研和社会服务来评定，重教学还是重科研

要取决于院校，但是一般都认为科研重于教学。比起那些科研成果平平的优秀教师来说，教学能力不突出但科研卓有成效的教师通常更有发展前途。但担任顾问、系主任或委员会委员、或者参与教学管理——这些服务性工作通常都被看做是义务性的，在工作评定中没有多少价值。

这种评审标准在军事高等教育界正好颠倒过来，只要看一看军官教员的绩效评估报告就可发现。为了表现指挥潜力，军官常常强调自己的行政服务经历，如任过系主任、负责过某个重要项目、参与过某小组的工作、或是担任过重要的财政责任。军官本应该是称职的教员，就像他们应该做好任何其它职业领域的本职工作一样。然而，教学能力很少得到承认或受到奖励，最起码在职业晋升方面是如此。科研作为学术界的重心所系，很少有人问津，其部分原因是时间与资源的限制，但是也因为军官们认为：与其在一个主要科研项目上投资大量时间和精力，还不如担任一些不同的服务性职务，这些职务能出成果，也能显示他们的作战领导素质。

其结果，那些有潜力也有抱负升到将官的空军军官再无意投身学术教育或攻读博士学位，他们担心战地经历的不足会无可挽回地损害自己的职业前途。应该感谢洛伦茨将

军认识到这个问题，他在许多不同的场合做报告时都提到：持有博士学位的空军军官常常能晋升到中校，“然后，我们便将他们击落”，以缺少作战经验为由，拒绝提升他们为上校。洛伦茨将军试图改变空军高级军官缺少高级学历的现实，呼吁从战场调回武士，把他们造就成空天力量的思想家。具体地说，他的思路是在空军指挥参谋学院中挑选出有学术潜力的战场武士，送入高级空天研究学院和空军战争学院进一步深造，攻读战略研究博士学位。所有这些措施都是想把学术追求纳入目前的军官评定体制，从而改善空军学者的环境。

只在内部调整而不是大张旗鼓地改造军官评定体制，使更多空军思想家进入高层领导，这种做法可以理解。因为要想改变一届军官晋升委员会，可能比迁移一座坟场还要艰难。然而，如果空军真想通过思想革新来推动转型变革的话，那么，空军必须考虑为这些有学术才能的军官另辟蹊径，使他们得以重用。也许在考评空军将士的晋升时，晋升委员会不仅需要考察指挥才能，还要考虑知识才能，保证晋升者能在愈趋复杂的世界中与时俱进，始终理解并发展我们的空天力量。□

AIR & SPACE POWER JOURNAL 中文(简体)

《空天力量杂志》电子版 — 免费订阅

<http://www.af.mil/subscribe/>

国际读者在线阅读：<http://www.airpower.maxwell.af.mil/>

中国大陆读者下载：<http://www.defence.org.cn/>





我们欢迎读者品评本刊文章，或提出有关改进刊物质量的任何建议。请用电子邮件将评论直接发给 aspj.chinese@yahoo.com。编辑部可能按版面需要对读者来信及作者答复做适当编辑。

读者对本刊的评价和希望

友人寄来中文版《空天力量杂志》2008年夏季刊，使我有机会第一次接触该杂志。这是一份专业类杂志。本期刊登的文章，很多篇的专业性都很强，但也有不强的，如《带兵之道》，这一篇可以刊登在任何一类军事报刊上。建议选取稿件应充分考虑本刊的专业范围。

本期文章的标题制作，大多数都比较明确，但也有不太明确的，如：《以色列之败——为什么？》提法太笼统，是整个国家之败，还是某次战役之败？“为什么？”在标题中这样用，也不太好。这条标题应该重新制作，如果改成：主标题为“空中力量失败之谜”；副标题为“浅析以色列 2006 年夏季攻势”，可能要好得多。文章应根据标题进行删改。

作为一名中国大陆的读者，我希望能够看到对当年朝鲜战场上中美空中较量的回顾，如：力量对比、战术异同、交战结果等。文章应客观、真实、全面，同时秉持这样的出发点——“因为珍爱和平，我们回首战争”。我还想看到美国空天界人士对中国神七发射的评论。

甄绍文
中国南京

本刊编辑回应

感谢这位读者的评价和建议。关于标题制作一段评论，由于本刊目前大多数文章是直接来自《空天力量杂志》英文版或其他军兵种公开的专业杂志翻译过来，因此译文必须

尽量吻合原文。读者可能注意到，我们所有文章的标题栏都列出英文原文，作者栏也都列出作者原名。这样做至少表达三层意义。第一，中文版读者如想穷究其源，可以在 Google（谷歌）或其他搜索引擎中键入英文标题或作者姓名，迅速检索到原文。我们认为这是对读者和作者负责的表现，学术类翻译文章宜采用这种做法来处理标题、作者名（以及参考目录）。第二，这些文章并非专为中文读者写作，而是美国和各国军人及军事研究者在同一块平台上公开探讨军事领域的学术问题，是军事学术透明的真实反映。第三，由以上二者可以证明，本杂志中文版的发行并无专门针对中国军界或民众的宣传之意，本刊的五种外语版本都秉持相同的宗旨：接触、交流、影响、推动（透明）。关于读者希望读到的一些专题文章，我们将在选稿征稿时多加注意。

读者评论“我们在和恐怖分子——而非穆斯林——作战”

伊拉克人民遭受的战争苦难，不时由媒体展现在我们面前，而在战争中数千名美军士兵失去了生命，无疑也给他们的家庭造成了巨大的痛苦。这场战争的目的究竟是什么？这是人们必须面对的问题。近读《空天力量杂志》中文版 2008 年夏季刊迈克尔·麦奇中校的短文“我们在和恐怖分子——而非穆斯林——作战”一文，其中的一些观点或许使我们接近了问题的答案。

作者不同意用战争手段改变其它文化及其价值基础的观点，认为美国的最终目的不是要转变文化。文化是由人民在历史的长河中创造的。阿拉伯穆斯林作为伊斯兰文化的一部分，具有不同于其它文化的独特之处。在和平与发展成为主题的当今世界，不同的文化需要包容兼蓄，共同发展。“同一个世界，同一个梦想”。任何国家或政治实体，都不应该试图用战争武力手段，消灭或改变某种文化。正如作者所言，“我们最好是接受穆斯林国家的现实，努力丰富它的文化肌理，而不是企图摧毁那些我们看不顺眼的文明形式。”

而恐怖主义则是与作为世界文明的多样文化格格不入的。它所加害的对象，不因国家、社会制度或文化不同而异。因此，我们的军事力量，应把打击恐怖主义作为主要目标。反恐，应该是当今战争学的一个新课题。

朱建民
中国上海

读者评论两篇关于以色列和黎真主党战争的文章

非常高兴能够阅读到《空天力量杂志》。贵刊中文版的存在对中西方相互了解有着很大的帮助。随着全球化进程的发展，中国和西方的合作日益重要，多方面沟通是解除误解增进友谊的最基本条件。

贵刊 2008 年夏季刊中“以色列 2006 年对黎巴嫩真主党之战——空军之败，抑或准则之败？”一文和“以色列之败——为什么？”一文都对以色列与黎巴嫩真主党的冲突作出了评论及分析。两篇文章均认为，以色列失败的总体原因是军事战略目标上的缺陷。本人基本赞同这一观点，即以色列在黎巴嫩的失败，其实不是军事或空军的失败，而是更高层次的决策上的失败。个人愚见，认为类

似黎巴嫩真主党一类的恐怖组织从一开始就不是一个军事问题。用军队去解决这样的问题，就好比让一个外科医生用手术的方式来治疗病人的感冒。

很显然真主党在黎巴嫩是有一定的民众支持的，根基很深。而且真主党的组织形式使其没有明显要害，也不存在无法补充替代的重要硬件设施。个人认为在这样的情况下，动用有限军事力量无论是空军还是陆军给予打击是无法削弱敌势的，反而会造成“以强凌弱”的不良形象，从而提高真主党在其根据地的支持率。在外军攻击面前自己的政府却无所事事，这对黎巴嫩执政党极为不利，正好达到了真主党的目的，这种情况其实也不是以色列想看到的。

两篇文章都未能准确指出真主党想达到的主要目的。本人认为，了解对方的长远目标才是以色列在黎巴嫩问题上取胜的关键所在，也是西方整个反恐战争的关键所在。西方媒体一谈到恐怖主义就简单地将其动机定格在“仇恨”和“嫉妒”上。这仇恨的根源当真是嫉妒么？只有明确了解对方想要什么，才可能作出正确的决断，才能知道如何对应。政治和军事自古都是合为一体的，军事和外交一样只是政治的工具。战争只代表我可以选选择动用武力，不代表我必须动用武力。被动用武说明战略上已经处于劣势；如果对方是想通过冲突来制造舆论，增加自己的威信和知名度，以自己一时的损失来换取将来在世界舞台上的地位和更多的同情者，那么正确的做法应当是冷处理，冷对应，消其锋芒于无形。如果盲目地进行军事反击，就算敌方在人力和物力上遭受重大的损失，仍能达成其政治目的，成败的分水岭也就在这里。

严之虞
英国伦敦

“纳什理论在纳杰夫城”作者回应

我实在欣赏 Peter Farney 中校对我的“纳什理论在纳杰夫城：博弈论及对伊拉克冲突的适用性”（英文版 2007 年秋季刊，中文版 2008 年春季刊）一文的反馈（英文版 2008 年春季刊，中文版 2008 年夏季刊 94 页）。我的文章只是一项为时两年的研究项目中的一小部分。正如 Farney 中校所正确推测的，当我们把参与者、行动和收益输入到 Gambit 展开形式模型程序中，就出现了为数众多的其它潜在纳什解决方案。尽管这些方案中的大多数与“纳什理论在纳杰夫城”文章中所展示的形式密切相关，Farney 中校完全正确地指明，库尔德人、逊尼派和什叶派之间的合作却呈现了另一种可选的纳什解决方案。然而，即使在这种境况下，与美国利益结盟也不显明为一种帕累托改善策略，因为美国仍然发挥奇异吸引子（而非参与者）的作用。事实上，除非美国以大量军队在伊拉克驻留多年从而成为参与者、迫使美国人民忍受更大牺牲如配给和汽油战争税等等（如我已在文章中涉及到者），出现库尔德人 / 逊尼派 / 什叶派团结一致与美国利益结盟的概率仍远低于我此前所做的阿尔法值设为 .01 的 Bayesian 分析（就是说，该解决方案实现的可能性小于千分之一）。

此外，这一概率是基于线性分析，而当前的伊拉克模型实际上却是非线性的展开形式大规模博弈，所以实现一个与美国利益联盟的“统一”伊拉克的可能性甚至比这个 Bayesian 决定论所设想的还要渺茫。我愿再次指出，如同我已在文章中指出过的，也许有诸多良好的人道主义和经济理由支持美国驻留伊拉克，我也会率先承认对该文中所分析数据的检验是在 2007 年美军大增兵之前做的。但是，任何人只要毫无偏见地审视一

下各项计算，便不难发现最常遇到的纳什理论解决方案就是“纳什理论在纳杰夫城”文中已经提出的那一种。

Hank Brightman 博士
美国新泽西州泽西城

读者评论“家不可分”

我不完全同意大卫·德普图拉中将和格雷·布朗少校在“家不可分：论情报、监视和侦察的不可分割性”（英文版 2008 年夏季刊，中文版 2008 年秋季刊）一文中所提出的论点。对世界战争的研究使我得出以下结论，即某些情报来源——特别是那些基于密码分析和电子监听的情报，实质上是战略性的。破解敌人的密码不可与其它形式的情报收集相提并论。我认为将通信情报视为具有特殊战略意义，还是有理由的。敌对双方的雷达、卫星、侦察机、侦察员和舰艇免不了被发现，但他们倾向于相信自己的“密码是无法破译的”。窃听“保密”通信将永远是最佳情报来源，而且总是要求对此种行动给予特别处置。

Frank Gerlach
德国 Fellbach

读者评论“揭示信息的领域误区”

作为对杰弗利·韦斯少校“揭示信息的领域误区：为空军和信息作战准则注入新观念”（英文版 2008 年春季刊，中文版 2008 年夏季刊）一文的反应，我要说的是，作者以 14 页长文（包括注释）的大部分篇幅告诉读者一个显而易见的事实，即信息不是一个领域。我们可以在被我们认为是领域的其它范围内行动，包括地面（尽管我们大部分时间是处于其上而非其内），而且这些领域都包含我们可以触及的物理要素（即使我们虚

拟建造的网空领域也需要依赖物理硬件而存在)。与此相对,信息简言之却属于意念范畴。虽然意念可以被储存,而且在某种程度上可以被操纵和控制,但是我们不可能在意念之内行动,意念也不需要任何物理结构而存在(那些已经存在于我们之内的意念除外)。

撇开以上意见,我仍然欣赏作者试图纠正他所指出的误区、修正准则构想的努力。然而,若他真的想要大力扭转塑造我们对信息看法的模式,也许要从适当作战准则文件的名称出发。他正确指出,我们企图通过某种作战来影响信息,而发起这种作战的原本意图是控制信息以及最终实现信息优势或制信息权之类的更大目标。任何类型的力量或作战都可能会潜在地影响或控制信息,如同控制天空、太空、网空、陆地或海洋领域一样。因此,作战准则文件的名称应改为“作战的信息效果”。如果我们所谈论的是空军作战准则文件,我们就可使用“空军作战”这一术语;如果我们在讨论联合作战准则,就可采用“联合作战”术语(也许是多余的)。尽管如此,我们可以借此为出发点,将重心转移到改写作战准则上来,从而解决这方面的困惑。

Jim Bemis
美国马里兰州 Laurel

读者评论“定义信息作战部队:我们需要什么?”

我满有兴趣地读了“定义信息作战部队:我们需要什么?”一文(中文版2007年夏季刊)。我从少尉军衔开始就一直担任电子作战(EW)官,过去两年来又被指派到一支联合信息作战(IO)部队(其间曾两次前往伊拉克服役“执行IO”任务)。所以我说比较熟悉IO作战准则。

凡是在联合作战环境下与IO打过一段交道的,都知道各个军种对于IO的概念略有不同。对空军和海军来说,IO涉及的是网络,特别是全球性信息隔栅。对于陆军,IO指的是影响人心,更具体地说是心理战(PSYOP)。在一个以语言为工具的行业,我们却选用了—个含义不清、模棱两可的词语—信息作战—来描述我们所从事的工作。也许现在是确定一个含义明确的词汇的时候了。我相信“影响战”要比“信息作战”更好地体现我们的使命。EW名下的技术运作和计算机网络运作主要在物理领域产生效应。而PSYOP、诱诈战和作战安全(OPSEC)—作为IO的其余三根“支柱”—的目标主要是在认知领域产生影响。“影响战”这一术语简洁地概括了这三项行动。

使情况更为混乱的是,似乎每一个人对于何为IO都有不同见解。对一些人来说,它是侵入敌方计算机网络并进行破坏。对另一些人来说,它是对敌人进行心理战。有些人认为它是“操纵媒体”。还有人认为IO是信息管理的同义语。换言之,每个人都认为自己知道IO是什么,但是很少人真正知道作战准则说它是什么。

正如“定义信息作战部队”一文作者们所指出的,这些不同的观点使如何创建专业部队的决定复杂化。如果我们作为个人不知道IO是什么,如果每一军种对于IO各有不同概念,那么决定如何创建一个IO专业就成为真正的挑战。我不同意该文作者们为建立IO专业培养计划所开的处方。

他们对EW专业部队状况的分析至少是相当草率的,EW军官如果仅仅知道如何操作机载系统,并不能构成能使空军取得战场空间优势的精良专业部队。EW所包含的远

远不止机载干扰平台，它触及使用电磁频谱的全部设备，包括传感器、通信装置和干扰机。对于该频谱的一体化管理并不是空军或其他军种的强项。作者们的结论“在信息作战的电子战任务领域，空军不需要额外的能力或专业部队”（25 页）是完全错误的。

在讨论影响战时，我觉得我们需要自问一下是否有必要在空军设立一个单独的“影响”专业领域。一位少尉影响官能在战斗机或运输机中队作些什么呢？由于空军的主要 PSYOP 职能是传播陆军的 PSYOP 产品，作者们所开的处方使这位专业军官基本上成为诱诈战策划者。要成为最优秀的策划家可不是从零开始的，他们必须已在其军旅生涯中有过其他方面的经历。如果一位少校或中校只把“影响官”列为其唯一的从戎经历，那么下属中有多少人会服他呢？如此看来，与其说空军需要一支专业部队，倒不如说需要专门的影响战作战策划人员，这些人员应具备其他方面的作战经历，再接受空军的影响战专门训练，然后分配到作战策划部门中去。

这几位作者提出了一些好建议，例如他们建议不仅要成立一支网络作战与 OPSEC 专业部队，而且要通过改进教育和训练、为更多空军官兵提供 IO 经验等做法，把 IO 更有效地融入空军之中。然而我所关注的是，我们空军的领导至今未能就如何开展 IO 做出真正的决定。在我看来，创建网空作战司令部标志着 IO 在空军的结束已经开始。

Kenneth Beebe, 美国空军中校
美国得州 San Antonio

（编注：作者在伊拉克多国部队信息作战支队服役期满，最近刚从巴格达返回；现在得州 San Antonio 联合电子战中心任职。）

读者评论“炸还是不炸？”

我欣赏詹森·布朗少校的文章“炸还是不炸——平叛、空中力量与动态打击目标”（英文版 2007 年冬季刊，中文版 2008 年春季刊），作者在文中建议增设准则与人员以应对平叛行动中的空中动能打击作战问题。布朗少校并正确建议陆海空联合应用中心（ALSA）应根据平叛作战的实际形势，制订出用以专门打击时敏目标（TST）的、适合多兵种的战术、技巧和步骤。ALSA 已于 2004 年颁发了一份精心编写的“打击时敏目标的多兵种战术、技巧与程序”，并已作为联合部队全体作战和情报人员的参考资料。鉴于 ALSA 目前正在修订该 MTP，增补一项有关平叛作战的附录是及时而恰当的。

此外，布朗少校还倡议空军的武器学院毕业生、目标判定人员及情报专家与陆军的师指挥部参谋人员整合运作以增强空军支持行动小组（ASOG）。我认为，这一建议会最大限度发挥 ASOG 整合空对地作战的能力，并有助于该陆空一体化团队实现联合部队司令官打击时敏目标任务的目的。

最后，我感谢布朗少校写出这样一篇对于各级人员都有意义的文章，从初出茅庐、首次在空中使用武器的僚机驾驶员，向上直到批准空中打击叛乱首领的联合部队航空力量统一指挥官，莫不如此。这篇发人深省的文章应当列为驻卡塔尔乌代德空军基地的空天作战中心人员的必读资料。进入该中心工作的所有空军官兵都会从布朗少校这篇文章的阅读中获益。

James Kockler, 美国空军中校
弗吉尼亚 Norfolk 海军航空站



作者简介



卡罗尔·钱德勒，美国空军上将 (Gen Carroll H. "Howie" Chandler)，美军太平洋司令部空军司令，夏威夷希卡姆空军基地太平洋空军作战参谋部部长。钱德勒将军是美国空军学院 74 届毕业生，先后指挥过一个编号航空队、两个战斗机中队、一个支援大队，以及一个战斗机中队。在参谋经历方面，他先后两次任职太平洋空军司令部、五角大楼、美军太平洋司令部、美军沙特军事训练团，以及联军南欧空军司令部。将军曾在美国空军司令部担任空军副参谋长，负责作战行动、规划和需求部署。将军拥有 T-38、F-15 和 F-16 共 3900 小时飞行经验。



杰弗里·坎宁安，美国空军上尉 (Capt Jeffrey G. Cunningham)，美国空军军官学院毕业，海军研究生院理学硕士。现任驻内布拉斯加州奥弗斯特空军基地的空军总部气象局作战集成模型官，主要职责包括集成预报系统开发与作战应用。他在海军研究生院专修数字气候预测，也曾在南卡罗来纳州肖尔空军基地担任首席预报官，负责为国防部在美国东南各地设施提供气象预报。坎宁安上尉是空军中队指挥官学院毕业生。



奇普·厄特巴克中将 (Lt Gen Loyd S. "Chip" Utterback)，得克萨斯 A&M 大学系统管理学士；Embry-Riddle 航空大学航空控制硕士。现任驻夏威夷希卡姆空军基地的太平洋空军第十三航空队司令官。厄特巴克将军负责美军太平洋司令部责任区 (韩国战区除外) 内天空、太空和信息作战能力的指挥、控制与实施，同时担任联合部队航空力量统一指挥官，并在作战及突发情况下受命担任空军部队司令官，还兼任常设联合特遣队——“深冻作战”南极洲支援部队的司令官。厄特巴克中将曾担任联合部队及北约部队参谋职位，先后指挥过一个战斗机中队、一个作战大队、两个战斗机中队、一个空中远征联队和编号空军部队。在“沙漠风暴”作战期间，将军率领他的中队率先实施对伊拉克的日间攻击，随后飞行了 36 次作战任务。将军于 2001 年 12 月部署到东南亚、首任第 366 空中远征联队司令官。在此期间，他飞行支援“持久自由”行动的作战飞机，并为基地执行更大规模使命预做准备。在担任现职之前，他是太平洋空军副司令官。厄特巴克中将是空军中队指挥官学院、空军指挥与参谋学院和空军战争学院毕业生。



戴尔·赫特克，美国空军少校 (Maj Dale E. Hetke)，美国空军军官学院毕业，空军理工学院后勤学硕士。现任驻弗吉尼亚州兰利空军基地的总部空战司令部参谋官。他曾 3 次作为 F-16 飞行员在韩国乌山空军基地、意大利阿维亚诺空军基地和爱达荷州芒廷霍姆空军基地执行作战勤务。他曾因飞行伊拉克及科索沃等地战斗空域而获 4 枚飞行功绩勋章，亦曾在空军理工学院获得优秀毕业生奖。赫特克少校是中队指挥官学院、空军指挥与参谋学院和空军理工学院 (中级发展教育) 毕业生。



安东尼·埃克尔，美国空军少校 (Maj F. Anthony Eckel)，纽约州立大学 Cortland 校区理学学士；空军理工学院理学硕士；华盛顿大学哲学博士。现在加利福尼亚州蒙特雷市的海军研究生院担任气象学系讲师。此前他曾任驻内布拉斯加州奥弗斯特空军基地的空军总部气象局气象模型处处长，在此职位上首创开发集成预报系统。他也曾数次服务于作战气象保障岗位，包括在日本横田空军基地担任气象作战主任 3 年。埃克尔少校曾获空军理工学院司令官最佳毕业论文奖，在专业及大气科学刊物上发表过多篇论文，并为空军编写训练教材。埃克尔少校是空军中队指挥官学院、空军指挥与参谋学院和空军理工学院 (中级发展教育) 毕业生。



斯科特·T·赫克曼，美国空军上校 (Col Scot T. Heckman, USAF)，林顿州立大学文学学士，科罗拉多州立大学理学硕士，海军战争学院文学硕士，空军战争学院战略研究硕士。目前在华盛顿五角大楼网络和信息整合助理国防部长办公室担任环境监督军方助理。此前他曾任美国太空司令部和美国空军总部的参谋。在“自由伊拉克”行动期间，他在关岛的安德森空军基地指挥第 36 作战支援飞行队和第 7 远征作战支援飞行队，支援太平洋司令部的威慑行动。作为一名气象学专家，他曾担任日本横田空军基地第 20 气象作战飞行中队的行动指挥，领导在卡纳维拉尔角发射中心的远程气象飞行队，为军方、商业和航空航天局的太空发射提供支援。赫克曼上校 1986 年在佛蒙特州林顿州立大学的空军后备军官训练团入伍。



肯德尔·布朗博士，美国空军预备役中校 (Lt Col Kendall Brown, USAFR, PhD, PE)，在阿拉巴马州马克斯韦尔空军基地空军大学空军研究所担任科技研究员。他以空军预备役个人动员扩编军官 (IMA) 身份，为空军大学和空军准则研究教育中心从事有关航天系统尖端技术的研究，力图搭建科技人员与作战官兵之间的桥梁。他在空军、国家航空航天总署、私营企业以及学术界工作超过 22 年，具有涉及公共机构设备与基础设施、液体火箭发动机和发射火箭的研究、设计、开发与试验等领域的经验。他曾以现役军人身份在费尔柴尔德空军基地服务，以空军预备役军官身份在麦柯德空军基地、阿诺德空军基地和艾格林空军基地服务，及在马克斯韦尔空军基地担任现职。布朗博士是阿拉巴马州注册专业工程师，受聘于阿拉巴马州亨茨维尔的国家航空航天总署马歇尔航天飞行中心，担任液体火箭发动机系统工程师。布朗中校持有俄克拉荷马州立大学机械工程学士学位、华盛顿大学航空航天理科硕士及阿拉巴马大学亨茨维尔校区机械工程博士学位，也曾在空军中队指挥官学院及空军指挥参谋学院接受军事教育。



劳伦斯·斯宾奈特，美国空军中校 (Lt Col Lawrence Spinetta)，美国空军军官学院毕业，哈佛大学公共政策硕士，空天高级研究院空天高级研究硕士。现任驻内华达州克里奇空军基地的第 11 侦察中队指挥官。此前他曾担任驻弗吉尼亚兰利空军基地的第一战斗机联队安全主管，佛罗里达州廷达尔空军基地及英国皇家空军雷肯希思基地的 F-15 飞行员。他曾在伊拉克 (‘北方守望’行动) 和前南斯拉夫 (Operation Noble Anvil [崇高铁砧行动]) 上空飞行过 65 个架次，也曾被指派到五角大楼的将军项目和华盛顿特区的对外关系理事会担任研究员。斯宾奈特中校以优异成绩毕业于空军中队指挥官学院，而且是空军指挥参谋学院、海军陆战队指挥参谋学院和空军战争学院的毕业生，还是空军特别研究员。



安德鲁·汉森，美国空军中校 (Lieutenant Colonel Andrew P. Hansen)，是驻阿拉斯加州艾尔森空军基地的第 18 攻击者中队作战官，驾驶 F-16 第 30 批战斗机。他是资深战斗机飞行员，持有计算机科学与硕士学位，主修信息保障。他的研究生项目注重于建造接近实战的网空训练环境。



保罗·D·威廉斯博士，美国空军少校 (Maj Paul D. Williams, PhD, USAF)，华盛顿州立大学理科学士，空军理工学院理科硕士，普渡大学博士，现为美国空军指挥参谋学院学员。此前他在位于俄亥俄州赖特-帕特森空军基地的空军理工学院电气与计算机工程系担任计算机科学与网空作战学助理教授。威廉斯博士在作战和作战支援领域已有 19 年军事经历，担任过许多信息作战职务。他的研究重点包括网空作战、算法语言、人工智能，以及先进计算机构造。

