

# “蜻蜓眼”受控生物无人机取得重要进展

| 袁成

5月，美国前沿科技探索公司德雷珀实验室(Draper Lab)公布了名为“蜻蜓眼”(DragonflyEye)的受控生物无人机照片和飞行视频。这种无人机为蜻蜓加装包含微型导航、微型太阳能电池和光极(optrodes)等系统的电子背包，通过电子背包的控制，使蜻蜓按照人类的指令飞行。相比传统微型无人机，这种半生物、半机械的受控蜻蜓无人机拥有与蜻蜓类似的飞行时间、机动和隐蔽性，在军用和民用领域均拥有广阔应用前景。

## “蜻蜓眼”无人机的发展背景

“蜻蜓眼”是德雷珀实验室牵头，霍华德·休斯医学研究所(HHMI)参与研发的新概念无人机，以探索控制自然界生物活动的可行性。德雷珀实验室成立于1932年，最初隶属于麻省理工学院，主要开展航空导航技术研究，后成为独立的非营利机构，使命是在国防、宇宙探索、医疗和能源等领域设计和研发创新性的技术解决方案，目前拥有员工1400多名，年度经费约5亿美元，主要在6个技术领域开展研究：一是制导、导航和控制(GN&C)领域，为美军核潜艇、弹道导弹等装备提供导航系统；二是情报、监视与侦察(ISR)领域，曾研制出无人潜航器的ISR数据收集系统；三是自主系统领域，曾为美空军研制自主空投系统；四是微系统领域，制造出世界上体积最小、能耗最低的芯片尺寸原子钟；五是生物医疗领域，主要研究可穿戴或可植入医疗装置、器官辅助装置等设备，制造了世界上首个人工血管网络；六是新能源领域，推出了火力发电厂燃烧效率自主测量设备。HHMI则由前休斯飞机公司创始人霍华德·休斯组建，目前是全美最大的私人资助研究机构，在神经科学方面颇有建树。

“蜻蜓眼”无人机结合了生物和机

械两方面特征，属于多学科交叉研究领域。德雷珀实验室在微系统、神经、导航和新能源等前沿领域经验丰富，与HHMI在能量获取和神经调制领域的优势结合，为“蜻蜓眼”无人机的研制打下了坚实的基础。



带有电子背包的“蜻蜓眼”无人机在“枝头”停留。

“蜻蜓眼”无人机在军用和民用领域均拥有发展空间。德雷珀实验室受控生物无人机研发原本着眼于蜜蜂和农业生产领域，原因是近25年美国蜜蜂的蜂群密度缩减了一半，对农业生产带来不利影响。为了使剩余蜜蜂集中力量高效授粉，需要研发出“受控蜜蜂”，按照人类指令完成作业。另外，“受控蜜蜂”还可通过记录蜜蜂的飞行，检测出蜂群飞行模式、迁徙路径和整体健康状况，找出蜂群数量减少的原因。但由于把蜜蜂和电子背包结合存在困难，德雷珀实验室最终选择蜻蜓开展技术验证。

## “蜻蜓眼”无人机的工作原理、主要特点和发展前景

### 1. 工作原理

首先，霍华德·休斯医学研究所把蜻蜓复眼中的感光基因植入神经索内相关神经元(控制飞行转向，可称之为“转向神经元”)的基因序列中。这种转基因神经元的细胞膜上有一种特殊蛋白质，使细胞膜经光照后会打开

离子通道，改变细胞内部的电势，产生电流刺激肌肉挥动翅膀。另外，德雷珀实验室为蜻蜓研发了只有人类指甲大小的包含光极、信号处理、微型导航和太阳能电池等系统的电子背包，这是人类与蜻蜓间的信息中转站。其中光极是一种比光纤更小的微型柔性光学结构，能够以亚毫米级精度弯曲光束，嵌入蜻蜓体内后可精准定位转基因神经元的位置，且不会损坏相邻的神经元。信号处理系统接收人类指令，并控制光极的光学特性。导航系统可对蜻蜓进行精确定位，在飞出控制范围后方便人员寻找。太阳能电池



“蜻蜓眼”无人机。

为电子背包供电，使蜻蜓不被传统电池或电线拖累。蜻蜓飞行时，转向指令由人工编码发送给电子背包，然后转换为光信号并通过刺激“转向神经元”使蜻蜓产生转向意念，从而控制蜻蜓飞向指定的方向。

### 2. 主要特点

“蜻蜓眼”无人机主要有三个特点，一是保持了蜻蜓原生的高效飞行技能。“蜻蜓眼”从诱骗昆虫或直接刺激肌肉来控制它们行动，升级到采用光极技术直接刺激蜻蜓神经系统进行控制。这意味着可以直接控制蜻蜓的动作指令端，从而保留了蜻蜓的原生飞行技能，具有高效飞行、悬停及高达9g的机动能力。二是通过捕食和光实现极强飞行持久性。蜻蜓可通过捕食自行

补充能量，而电子背包的能量可通过太阳能补充。故在蜻蜓存活期内的“蜻蜓眼”的动力全部来自自然，留空时间很长。三是蜻蜓在自然界的广泛存在可保证良好的隐蔽性。蜻蜓共有5000多种，在全球分布广泛，另外其体型较小，故“蜻蜓眼”作战过程中与大自然融为一体，隐蔽性很好。

### 3. 发展前景

“蜻蜓眼”不但可用于在农业和生物领域，还可以发展成为一种特殊的空中ISR装备。德雷珀实验室生物医学专家兼项目首席研究员惠勒认为，“蜻蜓眼”无人机代表了一类全新的微型飞行器，各种先进技术都能集成在昆虫能够负载的微型电子背包中，比其他任何机械无人机都更加微小、轻盈和隐蔽。



德雷珀公司带有电子背包的“蜻蜓眼”无人机。

但是，目前“蜻蜓眼”离实用化还有距离，主要体现在3个方面：一是目前仅能控制飞行过程中的蜻蜓实现转向，不能控制蜻蜓完成起飞、悬停和降落等复杂动作，即无法持续控制，导致侦察能力相对受限，未来需要完善控制。二是当前电子背包系统功能预计仅支持在视距范围内控制“蜻

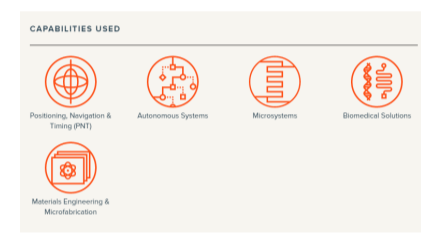


蜓眼”，作用半径较小，未来可能需在背包中集成微型摄像系统等，实现视距外操控。三是目前报道中并未说明是否通过人脑控制蜻蜓转向，操作可能有延迟，未来可能需为士兵配备脑机接口设备，用人类意念操纵控制其飞行，缩短控制流程，实现蜻蜓受控近零时间差。

## 几点看法

1. 受控生物技术是一项热点前沿技术，正不断取得突破

受过训练的动物在战争中履行作战任务贯穿古今，如我国古代曾使用信鸽传递军情，现代美军则训练海豚来探测水雷。但是，受训动物无法完全按人类指令行动，限制了其效能。随着技术不断进步，受控生物技术正成为发展热点。美国加州大学伯克利分校在美军资助下推出受控花甲虫，通过在肌肉植入电极控制昆虫行动；我国上海交通大学通过把翻译出的人类脑电波信号发送到植入蟑螂脑部的



德雷珀实验室认为，“蜻蜓眼”用了5种主要的能力：定位、导航和投射(PNT)；自主系统；微系统；生物医疗解决方案；材料工程与微装配。

微电极，成功控制了蟑螂的行动；韩国科学技术高级研究院利用乌龟逃生时的趋光性，通过人类意念控制光源移动，实现了对乌龟行动的控制。德雷珀公司“蜻蜓眼”无人机则利用体积更小的柔性光极控制生物的行动意念，代表了受控生物技术的最新发展方向。

2. 受控昆虫类无人机在军民应用领域均拥有广阔应用空间

未来，如能解决高效持续控制、生物排斥反应和社会伦理道德等问题，受控生物可能对战争形态产生变革性影响，昆虫间谍、鸟类无人机、鱼类潜航器等半机械半生物装备将极大地提升作战的突然性、隐蔽性、持续性，成为新型战斗力的重要来源。其中，受控昆虫类无人机尤其适合特种作战。目前，美军特种作战部队依靠可由单兵完成发射和操控的便携式无人机实现隐蔽的空中侦察，但当前的便携式无人机存在性能瓶颈：一是电池容量有限且飞行效率较低，续航时间一般只有几十分钟。二是与自然界的昆虫相比，机动性能差，缺少时敏目标侦察和脱困能力。三是由于存在噪声，且飞行特征与自然界昆虫不同，隐蔽性较差，易暴露。目前尚无任何传统或仿生无人机能够媲美昆虫的飞行效率和机动性，且昆虫还具备易被人类忽略和从自然环境中摄取能量提升飞行耐久性等优势。因此，利用的生物自身优势，“蜻蜓眼”这类受控昆虫类无人机可成为未来空中态势感知的新选择，在未来特种作战中发挥重要作用。

在民用领域，光极等神经学技术将有助于人类加深对大脑的理解，也加深对感知、行为和意识的认识，有助于对阿尔茨海默症(老年痴呆)、帕金森病、癫痫和创伤性脑损伤等重大疾病的诊治，寻找出治疗神经疾病的新疗法。

# 印度军购缘何成为“大肥肉”

| 张风坡

空中预警是各大国力求具备的高技术能力，因此预警机一直备受各国空军重视。世界上现役装备的预警机型号屈指可数，而可供国际采购的又少之又少。在国际军购市场上印度军方十分青睐以色列生产的“费尔康”空中预警机，认为其雷达性能出色，能够在400到500千米范围内监视包括飞机、无人机和巡航导弹在内的各种目标，对印度空军提高防御能力至关重要。印度军方一直希望再添几架此种预警机，用以加强空中防御能力。

不过，印度军方的这一想法未必能够如期实现。据“今日印度”网站9月11日报道，印度空军本来计划再次从以色列和俄罗斯引进2架新型预警机的计划日前遭到重大挫折，原因是供货方大幅提高了价格，导致印度空军不得不紧急按下军购的“暂停键”。印度空军消息人士指出，以色列方面已经为飞机安装了雷达，价格上涨主要是由于伊尔-76飞机的价格相当于之前价格的大约3倍。

印度是亚洲及至全球最主要的军购大国，由于印度军购需求量大，国际军界只要接到印度的军购订单，总会把装备的价格翻番加价，然后逼迫印度当“冤大头”。1999年1月，俄罗斯以10亿美元的象征价格同意把“超日王”号航母出售给印度，但条件是必须在俄进行改装，这样前前后后折腾了近14年，最终在2013年11月，印度以实际支付23亿美元的价格完成“超日王”航母的购建，而此价格比当初商谈定的价格高了13亿美元，成为有史以来军购界最奇葩的事件。2003



当然，印度军方不会不知道其军购之路被耍、被虐的历程，其有苦说不出

的原因就是不正当的防御观和国防观而造成的。

首先称霸亚洲思想使然。印度是南亚次大陆最大的国家，南临广袤的印度洋，地理位置优越。不过，印度国内矛盾突出，周边安全形势紧张，印度想在亚洲行使“大哥”的权力、要“大哥”的派头，必须用武器作为拳头说话。实际上，近几十年来，印度通过军事力量打压了国内反政府力量，吞并了锡金，实际控制了印度洋多个岛屿以及大片海洋资源。印度和日本一样，实行远交近攻战略，向美国献媚，同日本交好，目的就是希望得到这些军事强国的支持。

其次，印度防范中国使然。中国和印度同是亚洲两个重要的大国，两国边界接触地段长，到目前仍有争议地段。1962年，中印两国发生边境冲突，中国军队击溃了印度的挑衅。近年来，中国军队大刀阔斧推进改革，编制体制进一步优化，尖端武器相列装，国防科技呈现“井喷”现象，特别是“辽宁舰”形成编队训练，国产航母公布下水，这些军事强国的标配让印度感到了前所未有的恐慌。

再次，印度谋求国际地位使然。从地理位置、人口总量、军队规模等方面看，印度拥有世界大国的基本条件。印度有关人士认为，国家面积大、人口多只是虚胖，没有优秀的士兵、精良的武器，就不可能拥有与国土面积相般配的能力。直到目前，印度国内英语仍然是官方语言，英国殖民地的影子始终萦绕不散。印度希望通过大量购建先进武器装备，把印度打造成钢铁大汉的形象，换取国际话语权，成为主导国际局势、影响地区发展有分量的大国。

正是基于以上心态，印度军购明知做了一次又一次“冤大头”，但又不能较真还价，在印度官方眼里，和国际影响力、国防实力、防御能力相比，经济上的亏损不算什么，钱没了可以再挣，国家没了威望、安全受到威胁，钱再多也没有尊严。

正是基于以上心态，印度军购明知做了一次又一次“冤大头”，但又不能较真还价，在印度官方眼里，和国际影响力、国防实力、防御能力相比，经济上的亏损不算什么，钱没了可以再挣，国家没了威望、安全受到威胁，钱再多也没有尊严。

正是基于以上心态，印度军购明知做了一次又一次“冤大头”，但又不能较真还价，在印度官方眼里，和国际影响力、国防实力、防御能力相比，经济上的亏损不算什么，钱没了可以再挣，国家没了威望、安全受到威胁，钱再多也没有尊严。

# 美空军将改变软件发展和更新流程

| 张风坡

9月6日，在美国“国防新闻大会”活动中，美军F-35项目主管、美海军中将文特(Mat Winter)透露F-35联合项目办公室(JPO)正在制定一项新的战略，为F-35战斗机采用硅谷模式的软件发展和更新流程。该战略预计将在接下来的几个月内获得批准。文特说，F-35 JPO正在修正第3F批次(Block 3F)软件的问题，并正在发展此后的第4批次(Block 4)升级版；该项目的软件规划已进入某种“战略停顿”，直到F-35 JPO在2017年10月底向美国国防部高层提交一份新的软件开发规划；一旦获批，美军F-35机队升级项目的软件升级部分就将采用硅谷模式。

文特还指出，软件更新模式改变可能带来试验与鉴定优先事项安排的调整，F-35 JPO将首先发展对F-35的适航、重心或飞行力学没有影响的第4批次能力，这包括软件和硬件支撑的传感器更新；其他诸如增加新武器等要求适航鉴定的更新将晚一些



进行，预计在2020-2022年落实。

目前，洛马公司正按计划迈向2017年年底交付完整版第3F批次软件的节点，这将允许美空军从2018年开始对F-35A进行初始作战试验与鉴定。

在同一天、同一项活动中，美国国防部“国防创新实验单元”(DIUx)的业务发展和影响主管希恩·辛格尔顿(Sean Singleton)表示，美空军F-22战斗机系统项目办公室(SPO)也正在考虑“敏捷”软件发展技术，正如苹果公司发展iPhone智能手机应用那样。美空军正在为Link 16数

据链发展一种隐身的发送和接收模式，以便F-22与未来的某种无人“忠诚僚机”和F-35通信。F-22 SPO和该机的总承包商洛马公司已准备好开始转变，目标是加速这种新的数据链能力发展，使之比原定的2021年或2022年更早实现。

2022年采用新软件发展流程的目的是避免以往耗钱、耗时的软件批次开发流程，这一流程的软件开发周期以年计且还常常延迟。新模式将通过更少的软件代码增量带来新能力，允许开发者交付某些应用的速度比现在快上数月甚至数年。在2017年4月美空军针对诺格公司发展的“空中作战中心”(AOC)第10.2批次(Block 10.2)软件发布停止工作指令之后，美空军开始制定这样的机载软件战略。2017年7月，美空军开始与DIUx一起，与硅谷的一些公司结成伙伴，在一年内交付AOC第10.2批次软件原定具备的能力。辛格顿说，“DIUx将把用于AOC软件更新的敏捷方法论”移用到军用飞机，“我们正将硅谷带入这些大型武器系统”。(张洋)

# 西科斯基公司公布S-97硬着陆事故初步调查结果

| 张风坡

西科斯基公司近日公布，S-97“劫掠者”今年8月初发生的硬着陆事故的原因是飞行控制软件发生错误。这一结果由美国国家运输安全委员会(NTSB)近日发布的事故初步调查报告公布。

在8月2日发生的这起硬着陆事故中，S-97的可收放式起落架严重受损，但两名机组人员并未受到严重的伤害。西科斯基公司称，公司仍将全力支持S-97项目，并计划在2018年恢复飞行试验。

事故发生时S-97正在进行悬停飞行。西科斯基公司表示，当时S-97的飞控系统正在从地面操作状态过渡

到飞行操作状态。由于地面、起落架、飞控系统和飞行员指令之间的影响，飞控系统在状态转换时出现了问题。公司表示，其将对飞控软件进行优化，以保证类似状况不会再次发生。

西科斯基公司称，他们已经在模拟器上重现了这次事故，并有信心与NTSB合作找出该问题的根本原因并充分理解其发生机理。公司称，他们已经确定这次事故并不涉及其他技术问题。

西科斯基公司称，这次事故反而验证了S-97的抗坠性。此外，西科斯基公司将S-97作为降低SB-1风险的一个手段，正在根据S-97的事

故分析结果考虑是否需要SB-1的飞控软件进行改进。

西科斯基公司建造了2架S-97原型机，发生事故的是已完成的第二架原型机。第二架原型机是在2015年美国陆军协会年会上展示的那架。公司正在完成第二架机的建造，并在考虑是否将其用于武器测试，包括机炮、下一代地狱火导弹，以及精准制导火箭弹等。此前根据第一架原型机飞行试验结果进行的设计更改也将在第二架飞机上体现。(李昊)