

老鹰抓小“机”： 猛禽执行反无人机任务相关研究现状



陈黎

随着民用无人机技术的快速发展，目前无人机应用已经深入到世界各国经济建设和社会生活的各个方面，并发挥着越来越大的作用。但与此同时，各种不规范、非法使用无人机的行为也越来越常见，部分场合下无人机甚至成为恐怖分子发动袭击的工具。如何才能有效遏制日益猖獗的无人机违法犯罪事件，必要时采取合适的手段将其击落、捕获或驱离，已经成为相关各国执法部门不得不认真面对的一个问题。为此，近年来国外开始探讨研究一种高效费比、低附带伤害的反无人机解决方案——训练鹰、雕、隼等猛禽来抓捕无人机，并取得了初步成效。

使用猛禽执行反无人机任务的可行性

回顾历史，人类训练动物来参与执法甚至战争由来已久，时至今日世界各国军/警方仍在大量使用各种军犬、警犬。即使是以鹰为代表的猛禽，也很早就有被驯化并参战的先例，例如第二次世界大战期间英国就曾专门训练一批鹰来猎杀德国军队传递情报的信鸽。因此，今后只要对鹰等猛禽进行适当的训练，利用其来承担部分场合下的反无人机任务，也完全具有可行性。

作为鸟类中高居食物链顶端的“天空霸主”，鹰具备很多可用于执行反无人机任务的潜能：视觉敏锐，其视力范围最远可达36千米，并且可以在千米以上的高空准确地发现、识别地面上的猎物；行动敏捷，其最大飞行速度高达150英里/时（约241千米/时），已经超过了相当一部分无人机的最大时速；性情凶猛，力量强劲，其锋利的爪子能够牢牢控制住猎物（其中包括羚羊这类相对较大的动物）并飞行很远距离，当其保护幼鸟或大型猎物时甚至敢于同狼、熊这样的较大肉食动物搏斗。不仅如此，鹰在捕捉

猎物过程中还具有“身手灵活”“稳准狠”甚至“一击必杀”等突出特点：美、英两国科研人员曾将微型摄像机、GPS接收机等设备安装在鹰身上，并以其他鸟类或无人机拖带的诱饵为目标，对鹰攻击目标的具体过程进行追踪观察，发现它们追捕猎物时的飞行特性与现代地空/空空导弹广泛采用的比例导引法非常接近。也就是说，鹰在追捕猎物期间会适时调整飞行姿态，使自身速度向量的转动角速度与目标视线的转动角速度始终保持成正比，进而保持较为平直的飞行路线。在这期间，尽管鹰的飞行速度远不如导弹，但它们调整自身飞行姿态远比后者更加灵活自如，由此仍可确保猎杀目标时的成功率。

考虑到目前常见的民用消费级无人机大多为小/微型多旋翼无人机，属典型的“低、慢、小”目标，通常情况下其体型、重量均不会超过较大型的地面动物，飞行速度、高度也不会超过快速飞行的鸟类，并且遇到危险还不会主动“逃跑”，因此对于鹰来说，无人机可以说是一种非常孱弱、捕获难度相当低的“猎物”。事实上，近年来国外已经发生过多起鹰等猛禽主动攻击并毁伤无人机的行为，尽管这类事件的发生原因还有待进一步深入研究，但目前科研人员普遍认为是无人机飞行时发出的“嗡嗡”声触发了鹰的捕食天性，导致其将无人机当作猎物并予以“捕杀”。由此可见，只要对鹰等猛禽进行科学合理的训练，使其充分发挥自身的潜能和优势，将捕食猎物的技能应用到反无人机领域，今后将完全具备搜索、抓捕无人机并将其带离事发地点的能力，至少也可以迫使这些无人机中止非法飞行。

使用猛禽执行反无人机任务的独特优势

进入21世纪以来，世界主要国家已经推出了种类繁多、性能各异的反无人机装备并大量投入使用，但有些技术手段在和平时期用于对付各种非法无人机时，均不同程度地存在各自的局限性，进而使其应用受到一定限制。

因为目前各种从事违规、不法活动的无人机，绝大多数均为体型重量非常有限、造价也相当低廉

的民用消费级无人机，并且事发地点往往人员密集、建筑物众多、交通工具活动频繁，如果贸然出动高射机枪、高炮、防空导弹等军用装备来对付，不仅使用起来非常不便，而且成本费用高昂，严重影响效费比；更为严重的是，这类防空武器在拦截无人机的过程中所产生的各种破（弹）片以及被摧毁后的无人机残骸，坠落后还可能对地面人员、建筑物及其它生产生活设施造成威胁（亦即带来附带伤害）。与高射炮/机枪、防空导弹等军用防空武器相比，各种反无人机干扰枪尽管小巧轻便，易于携带使用，使用维护成本也较为低廉，但其有效射程通常仅为数百、千余米，导致单支干扰枪的控制范围非常有限。这类装备要想控制较大范围空域，解决办法无疑只有两个：一是在地面大范围部署携带有干扰枪的人员，二是大幅提升单支干扰枪的威力和射程。但这两种途径都会带来一系列弊端：前者将会导致行动难度和费用开支成倍增加，后者则会带来干扰枪体积重量剧增、使用维护成本上涨等问题，并且二者都同样得面对目标（非法无人机）遭拦截、失控坠毁后，可能会给地面带来附带伤害的问题。如果使用较大型无人机、直升机携带捕捉网的方式对付非法无人机，尽管可以将后者拖曳到安全地带后再行处置，从而有效避免给地面带来附带伤害，但这类手段的成本费用明显过高，并且事发地的活动空间较为狭小时将非常不便。

相比之下，使用经过特殊训练的猛禽来对付非法无人机，在行动灵活性、反应速度、成本费用、减少附带伤害、“低碳环保”等方面的优势均非常明显，上述各种传统反无人机手段所固有的缺点和局限性，都将会在最大程度上得到缓解，甚至消除，因而效费比非常突出。不仅如此，对于一些部署在机场附近的反无人机猛禽来说，平时还可用于承担驱鸟的任务，从而实现一“禽”多用。

由于这样的原因，尽管训练出一只合格的反无人机猛禽，通常需要经历较长的时间周期（至少一年）和一定的成本费用，但这种新颖的反无人机手段对部分国家的军/警方仍具有相当的吸引力，甚至被部分研究人员誉为一种利用“低技术手段”解决“高技术难题”的典范。

国外相关领域的研究现状

目前在海外，荷兰、法国、美国、瑞士、土耳其、俄罗斯、印度等国均曾进行过使用猛禽来执行反无人机任务的尝试，并且取得了一定的成效。其中，荷兰是世界第一个训练

“风”战斗机中队，本次采购协议的签署是该计划的一部分，新机队的任务是执行北约的“核共享”计划。德国政府在今年春季启动了F-35战斗机、武器和设备的采购程序。12月14日，德国议会预算委员会在会议上正式批准了这笔资金。德国空军首批F-35将于2026年用于在美国开展飞行员培训，并于2027年运抵德国；预计2028年具备初始作战能力。德国计划在该国西部布切尔建造F-35基地以及配套设施，准备于2027年接收新战斗机。德国空军参谋长英戈·格哈茨中将表示，正在寻找一家具有建造F-35基地设施相关经验的总承包商，目的是缩短获得许可和建设过程的时间，以实现2027年建成的预期目标。（余浩）

猛禽执行反无人机任务的国家。早在2015年，荷兰警方就与一家专门从事猛禽驯化的公司——空中警卫（Guard From Above）公司合作，对利用猛禽执行反无人机任务、监控敏感空域的可行性进行探索。从2016年初起，荷兰警方使用空中警卫公司提供的一批已经驯化的鹰进行了大量测试，并准备根据测试结果来决定是否将这些鹰正式“留用”。与此同时，荷兰警方还另外购进了4只海鹰隼鸟，准备从小进行训练，最终使其加入反无人机“执法队伍”。按原计划，荷兰警方这支全部由鹰组成、专门从事反无人机执法的“飞行队”将会在2017年夏季正式投入部署。但由于一些原因，荷兰警方最终中止了训练和部署反无人机猛禽的计划。

从荷兰、法国等国透露的相关训练计划细节来看，由于鹰等猛禽天性桀骜，训练一只只能承担反无人机任务的猛禽的周期普遍较长，需要从雏鸟就开始训练。在实际训练过程中，甚至雏鸟尚未孵化出壳时，就将鸟蛋放置在报废的无人机机体上，使雏鸟在无人机上出生。一旦雏鸟破壳而出，其整个幼年成长阶段的进食将一直在无人机上进行，每天喂养幼鸟的食物也由无人机运送，由此让鹰熟悉了解无人机的外形特点和飞行特性，并使其从小就形成“无人机意味着食物”这样的概念。待鹰长大并可以飞行后，再训练其抓捕空中飞行的无人机，一旦鹰成功捕获到无人机并带回地面，将会获得一大块肉作为奖赏，由此可以在鹰的头脑中进一步巩固无人机与食物之间的联系。经过这样长时期的诱导训练后，鹰一见到空中飞行的无人机，就会将其视作猎物并本能地去捕捉，随后再将无人机带到远离事发地的安全区域，由此可以达到执法目的。

荷兰警方、法国空军公布的相关视频显示，尽管这样的训练方式较为复杂繁琐，并且训练期间每天不能间断，由此带来的成本费用也不容忽视，但其效果总体上来说还算不错。对于一只从小就在这样的训练环境下长大的鹰来说，在空中只需一个漂亮的俯冲，就可以稳稳地捕获飞行中的无人机，整个过程仅耗时数秒钟，其执行反无人机任务的潜力得到了充分展现。因此，尽管目前荷兰警方已经中止了训练和部署反无人机猛禽的计划，但以美国、印度为代表的部分国家军/警方仍没有放弃这方面的努力，仍在继续实施并不断改进其反无人机猛禽训练计划。例如，美国空军一直希望使用猛禽来执行基地守卫任务，在经过长时间探讨研究后，目前已经将关注重点转向猎鹰这类被人类驯化历史较



法国军方在训练鹰抓捕无人机的过程中，为其戴上特制的保护头罩。

长、理论上“更听指挥”的猛禽；印度陆军则通过在鹰的头部捆绑摄像/通讯设备，以便向地面训导员实时回传目标图像信息的方式，使训练质量得到一定程度提高（据称参加训练的鹰已成功抓捕“数百架”四旋翼无人机），在近期举行的印美联合军事演习期间，印度还曾向美方进行了鹰抓捕无人机的演示。

使用猛禽执行反无人机任务面临的主要问题

从近年来国外媒体的相关报道来看，今后要正式使用鹰等猛禽来承担反无人机任务，还存在一系列问题有待解决，其中最受外界关注的就是如何避免鹰在执行任务过程中遭受伤害。因为目前各种无人机的旋翼桨叶是由高强度碳纤维材料制成，当其高速旋转时，很可能会打伤前来执行抓捕任务的鹰。

不过，相关国家军/警方的研究测试表明，至少在现阶段，由于鹰的抓捕对象主要是各种小/微型消费级无人机，因此“执法”过程中受到伤害的可能性并不大。因为猛禽为了应对猎物的反抗和撕咬，其爪子和腿部非常强壮有力，外部还覆盖有厚厚的鳞片，小/微型消费级无人机上的桨叶将很难对其造成值得一提的伤害。此外，对于天性机警并且经过后天良好训练的鹰来说，在抓捕无人机的过程中将完全有能力对目标的运动情况进行准确判断，并及时避开其桨叶。近年来鹰等猛禽在各国军/警方训练中的表现也证实了这一点，它们尽管在训练期间抓捕了少量无人机，但迄今为止尚未见到有受伤的报道。荷兰警方就曾向媒体表示：“训练期间没有一只鹰受伤，无人机则没有一架幸存。”不仅如此，为了进一步确保反无人机猛禽的安全，相关国家军/警方在训练期间还采取了一些特别的防护措施。例如，法国空军在训练鹰的过程中为其佩戴了一种

由皮革和高强度凯夫拉材料制成的护套，以保护其爪子、头部等重要部位，这不仅有效提高了鹰在执行任务过程中的安全性，还可使其胜任危险性更高的较大型无人机抓捕任务。

尽管这样，使用鹰等猛禽来承担反无人机任务，仍受到世界各地动物保护组织的质疑和反对。因为从长远看，如果不法分子针对鹰的抓捕行动，故意操纵无人机进行各种较为复杂、更具伤害性的机动飞行，鹰将很难及时规避；如果不法分子在无人机上加装爆炸装置，鹰在执行任务过程中还将会有性命之忧。

此外，相关各国军/警方在训练、研究和测试中还发现，使用鹰等猛禽来承担反无人机任务还面临以下一些问题：①由于猛禽无法分辨敌友，执行任务过程中往往会误对空中飞行的无人机不分青红皂白地随意抓捕，导致一些没有违规、正常飞行的无人机也可能遭受“无妄之灾”；②鹰等猛禽通常只有在处于饥饿状态或防卫自己领地时，才会去主动攻击猎物，如何使其在执行反无人机任务时保持足够的积极性，进而听从从工作人员发出的指令，目前尚无有效的解决办法（让鹰长时间以饥饿状态执行任务被认为是“不道德”的）；③目前越来越多的无人机为了确保飞行安全，开始引入自主感知规避技术，由此会显著增大猛禽抓捕的难度，因为先进的机载感知/避障设备可能会把飞来的猛禽当作“障碍物”而操控无人机进行自主规避。

由于上述这些原因，再加上随着其他各种反无人机技术手段的发展以及相关法律法规的健全，目前世界范围内的无人机违法活动并没有原来预计的那样严重，对新概念反无人机手段的需求也相应有所下降，因此反无人机猛禽尽管近年来颇受部分国家军/警方的青睐，但要想得到大规模推广应用仍有待时日。

德国斥资84亿美元 采购35架F-35战斗机

12月14日，德国政府公布了一项从美国采购35架F-35战斗机的

协议，美国防部的报价为84亿美元。多年来，德国寻求更换其老化的“狂



风”战斗机中队，本次采购协议的签署是该计划的一部分，新机队的任务是执行北约的“核共享”计划。

德国政府在今年春季启动了F-35战斗机、武器和设备的采购程序。12月14日，德国议会预算委员会在会议上正式批准了这笔资金。德国空军首批F-35将于2026年用于在美国开展飞行员培训，并于2027年运抵德国；预计2028年具备初始作战能力。德国计划在该国西部布切尔建造F-35基地以及配套设施，准备于2027年接收新战斗机。德国空军参谋长英戈·格哈茨中将表示，正在寻找一家具有建造F-35基地设施相关经验的总承包商，目的是缩短获得许可和建设过程的时间，以实现2027年建成的预期目标。（余浩）

美军演示可连接多个空地平台的 FlexLink开放系统无线电技术

据Militaryembedded网12月19日报道，雷神技术公司在美陆军“会聚工程”演习中成功展示了连接国防网络和简化指挥控制系统所需的一系列解决方案。其中一项关键技术是FlexLink，是由该公司子公司柯林斯航空航天系统公司开发的一种开放系统无线电技术，旨在连接多个空中和地面平台。

演习中，FlexLink被安装在美国陆军UH-60M直升机上，能够在超过200海里（370千米）的距离上建立联合指挥控制网络。这项演示是验证美陆军“会聚工程”概念的关键，而“会聚工程”是美陆军对国防部联合全域指挥控制（JADC2）的贡献。

FlexLink解决方案是第一个集成到美陆军平台上的开放系统无线电

原型。它在演示中桥接了四个联合军种和联军网络，所有这些网络都使用多级安全跨域解决方案在不同安全级



别上运行，实现整个战场范围内的综合联网通信。

FlexLink自适应连接解决方案可用于通信、导航和监视，提供韧性网络连接和有保证的定位、导航和授时。该系统能够在各种美国国防部通信网络上运行。FlexLink采用模块化、开放式系统架构设计，可快速、经济高效地添加或更新功能。

柯林斯航空航天、雷神情报与空间和雷神导弹与防御三个雷神技术公司子公司被选中参与尤马试验场的“会聚工程22技术网关”项目，并分别展示了智能网关技术、零信任网络安全解决方案和升级的多功能轻型指挥发射单元等各项功能。

（电科小筑）