

前段时间,俄罗斯宣布即将发展控制攻击无人机群的空中指挥所。这种指挥系统,不但能控制新一代无人机对数百乃至数千千米外的目标实施打击,还可以和不同军兵种装备进行联合。这次尝试,是针对无人机指挥控制模式的一次革命性创新。

近年来,不论美、俄等传统军事大国,还是以色列、瑞典、土耳其等军工领域的新兴强国,都在加紧研发新型无人机。无人机控制技术被誉为“无人机的大脑”,直接影响到无人机作战的实际效能。想

要控制无人机完成任务,就像隔山打牛一般,操控人员要在几千米甚至几千千米外的距离遥控操作,难度可想而知。世界各国在无人机控制技术上投入了大量人力物力,但实际飞行中,由控制系统引发的故障依旧屡见不鲜。

那么,无人机控制的难点到底在哪里?想要为无人机“掌舵”需要攻克哪些技术关卡?无人机控制与战斗机操控又有什么区别?本期为您一一解答。

## 军工科普

# 高速公路变身“隐形机场”

■柳澍达 冯浩 张泽栋

原本车水马龙的公路上空,一架架战机从天而降,加油补弹后再次起飞。这个画面,出现在一场战备跑道起降演习中。

战备跑道,也称为公路飞机跑道。它是以高速公路为基道、供战时和特殊情况下飞机起降的预备跑道,与永备机场、野战机场、备用跑道共同构成完整的机场网络。由于平时隐藏在高速公路中,应急情况下才会转入使用状态,战备跑道也有“隐形机场”的称谓。

早在20世纪30年代,德国就提出在高速公路起降战机的设想。1944年,德国高速公路网受领任务,容纳从主要机场疏散而来的德军战机,证明其当时已具备较为成熟的飞机起降能力。第二次世界大战期间,德国最先进的喷气式战斗机Me-262最后一次试飞正是在战备跑道上进行。

1967年,第三次中东战争中,以色列空军摧毁埃及空军机场跑道,数以百计的埃及战机只能坐以待毙。这场战争,令世界各国充分认识到战备跑道的重要性,掀起“战备跑道热”。

冷战时期,美苏双方不约而同地在战备跑道建设上投入力量。苏联率先提出,高速公路建造规划必须具有“跑道部分”,并专门留出一些长直路段,满足战时飞机起降的需求。1980年,美国与众多北约国家进行战备跑道起降战机的实战演习。演习中,美军战机、运输机在战备跑道上大批次起降,实地演习了加油、挂弹作业,验证了战备跑道的战略价值。

战备跑道最重要的特点是“平战结合”。高速公路由于铺设质量高、承载能力好,与机场跑道条件接近,可以在平时发挥普通交通作用,在战时迅速转变为飞机跑道供战时起降。战备跑道依托高速公路建设,仅需追加少量资金。一条高速公路跑道的建设经费,约为规模相近野战机场的三分之一。而战备跑道平时作为公路使用,投资还可以逐步回收。

那么,充当战备跑道的路段需要具备哪些条件?

首先是足够宽。在地面前进时,飞机必须从平直的道路起飞。一旦道路弯曲度过大,就可能无法起飞,甚至导致飞机侧翻。

其次是足够长。战备跑道的长度至少要超过3000米。虽然部分战机仅需数百米“助跑”就能起飞,战备跑道依然要预留足够长度,以防起飞失败,跑道上因堵塞而丧失效能。

再次是足够宽。大型战机宽度超过12米,只有在六车道的道路才能通行。普通高速公路通常用路障将双向车道隔开,无法作为战备跑道使用。除战斗机外,战备跑道有时还需起降运输机和加油机等大型飞机。这要求跑道全部地段进行硬化铺设,中间不设固定绿化带,平时仅保留临时分隔,战时经过紧急撤除和清扫后,就能成为飞机起降的平台。

不仅如此,跑道上不能有高压电线等固定横跨设施,而且两端延长线必须留有足够的净空高度,不得有铁塔、树木或其他高大建筑。跑道大多铺设超过40厘米厚的高强度混凝土,周围可以附设面积较大的高速服务区,作为战时的临时停机坪和指挥保障区域。

高速公路作为公共设施,目标明显,缺乏防护措施,战时易遭受火力打击。为避免跑道损坏,许多国家都选择延长战机滞留时间和采用短跑道起降战机来弥补这一不足。

随着各国空军力量逐步加强,大型战斗机、运输机体型越来越大,战备跑道建设要求随之提升,成为世界各国的一个重要研究方向。高速公路上的飞机跑道作为辅助机场,完善了国家战备体系,既可用于平时抢险救灾飞机的起降,也可在战时变身为备降平台,为航空兵的机动和生存提供依托。

在未来的发展过程中,战备跑道总体建设规划尤为重要。如果将战备跑道纳入机场网络发展规划,根据空域或区域公路交通网建设现状及空中作战主要方向进行科学规划、统筹建设,就可以适应作战需求,构建出一套能够互相支援、多方兼顾的战备跑道体系,为提高空中持续作战能力提供强有力的支撑。

随着实践探索的进步,战备跑道的应急使用程序与装备器材也应不断完善。如何根据不同机型、不同规模制定保障预案及组织实施计划,将影响战备跑道任务的速度与质效;如何利用信息化技术研究开发适用于战备跑道的导航、助航设施设备和器材,也将成为飞行部队应急保障能力提升的关键因素。

# 无人机操控有多难

■周一 张苏豪 李家奇



术中的关键”。

## 集群进攻,组建“神经网络”

自然界中,当蜂巢遭遇威胁时,巢中成百上千只蜜蜂会倾巢出动,舍身攻击敌人。20世纪90年代末,美国国防部高级研究计划局从蜂群中获得灵感,吸取经验,率先提出了无人作战“蜂群战术”。

历经数十年发展,直到“伯克”级驱逐舰的“宙斯盾”防空系统被无人机蜂群突破,才标志着无人作战“蜂群战术”初步成熟。数以千计的无人机,对决策控制系统提出更高要求。每架无人机都要通过集群算法,完成收集数据、汇总数据、空中编队与执行攻击指令等一系列任务。

除此之外,有些国家尝试研制可以直接使用强电磁攻击的反无人机武器,在无人机“蜂群”所处地域形成磁暴,让机上所有电子设备陷入瘫痪,使无人机完全丧失战斗力甚至直接坠毁。

高度复杂的控制系统和日益强大的针对性武器,给无人机的作战控制带来了更多挑战。集群作战的无人机需要打通3道难关,才能完成战场上的涅槃——

第一关,建立“控制中枢”。需要以母机作为“蜂窝”,投放一定规模数量的无人机“蜂群”,模拟自然界生物集群编队飞行。母机的集成控制中枢,要将控

制指令实时并行地传输给多架无人机,指挥无人机群完成作战任务,对目标实施精确打击。

不过,这一技术仍面临难题。能够大规模存放无人机的平台屈指可数,一台母机可携带的无人机数量有限,无人机数量过少则无法对敌人造成有效打击。因此,找到一个合适的用于投放无人机的平台至关重要。平台越大,“蜂群战术”的作战效果才越突出。

第二关,打通“关键链路”。战场上,数据信息受到瞬息万变的战斗态势影响,随时发生变动。在此情况下,无人机与控制中枢能否做到信息紧密联动就尤为重要。完成作战控制,必须及时准确地获取有效目标信息,并通过数据链路传输到无人机上,以便根据情况随机应变。

当前研究对目标信息探测、目标状态评估等方面,进行了大量理论和实践探索。想要实时获取信息,并通过控制中枢立体化传输到每一架无人机上,需要数据链路具有较强的稳定性和抗干扰能力。

第三关,实现“实时共享”。在控制中枢的指令下达时,不同位置的无人机也面临着千变万化的战场局势。更快、更全面地掌握战场动态,相当于拥有更多的“眼睛”和“耳朵”。实现无人机个体间的实时信息共享,有利于在战场上占据先机与优势。

尽管如此,由于作战过程中,无人机绝大多数时间在进行快速移动、数量改变、位置变化,通信系统整体处于实时动态反复破碎再重组的状态,通信质量也会受到影响。同时,无人机之间的

频繁通信容易导致信息数据过载,超出系统的处理极限,使得重要信息无法及时传达。

## 打造无人机的“空中大脑”

无人机能飞多远? RQ-4A 无人机给出的答案是, 26000千米。

出色的飞行距离,让这架无人机获得“全球鹰”的称号。然而,仅在2018年内,就有2架RQ-4A无人机在任务途中坠毁。

与有人机相同,无人机作战也遵循“一寸长、一寸强”的原则。让无人机飞得更远,向来是各国科研人员的研究目标。但无人机一旦飞行超过一定距离,受到地形、磁场、信息传输等因素影响就更大,仅靠地面控制站很难完成任务。为此,科研人员提出空中指挥所模式,希望通过前移控制站强化对无人机的控制。

最初,科研人员尝试将直升机作为空中指挥所的载体。让直升机跟随无人机协同作战,既可以观察无人机状况,也能建立起稳定可靠的数据连接。可这一想法还没投入实践,就很快被否决。战场环境瞬息万变,直升机普遍升限低、机动性差,在作战行动中无疑是“活靶子”。

那么,该如何安全有效地控制无人机作战?

不同国家有不同解决方法。美国“捕食者A”无人机设计之初,就在无线数据链上开创性地采用卫星中继通信技术。一方面,在机头上方安装远距离卫星通信天线,用于卫星与无人机之间的数据传输;另一方面,将卫星数据链终端设置在一辆“悍马”高机动越野车上,进行地面控制站与卫星间的数据传输,通过越野车这个中转站提升控制精度。

俄罗斯深入挖掘空中指挥所的可行性,提出了两种指挥平台——改装伊尔-76MD-90A大型军用运输机,用于大中型察打一体无人机及无人战斗攻击机的指挥控制,承担空中作战、远程空地精确打击、战略侦察监视等任务;改装米-38中型运输直升机,负责中小型察打一体无人机的指挥控制,主要面向高空、超低空的空地作战。

传统的综合地面控制站只能在陆地机动,空中指挥所却可以“插上翅膀飞翔”。这为无人机指挥控制模式带来全新可能:不仅缩短了无人机控制链路,改善卫星中继通信的延迟问题,还能提升抗干扰能力。此外,空中指挥所也可以采用卫星中继通信技术,作为与无人机保持数据联通的辅助手段,从而形成双路通信、互为备份的冗余模式。

未来,无人机指挥所有望完成从地面到空中的跨越。军用作战无人机通过人工智能等高新技术加持,也将更加适应日益复杂的新型战争环境,以及未来高烈度、高技术战场需求,登上更大的历史舞台。

上图:无人机“蜂群”作战想象图。资料图片

## 军工世界观

### 无人机的“成名之路”

1914年,第一次世界大战的战火正酣。

战争中,飞行员的平均死亡率高达16%。在这种情况下,英国的卡德尔和皮切尔两位将军,向英国军事航空学会提出一项建议:研制一种不用人驾驶、使用无线电操纵的小型飞机——让它飞到某个目标区域上空,投下装备好的炸弹,来代替飞行员执行任务。

此时,无人机的发展尚处于起步阶段,研制无人机无疑是异想天开。不出所料,操作人员通过无线电控制小型飞机起飞升空,还来不及高兴,无人机就突然改变方向,失控坠毁。在众人惋惜的目光中,无人机的第一次尝试以失败告终。

试飞失败,并不意味着无人机的设想不可行。相比于有人机,无人机拥有制造成本低、战斗损失小等显著优点,令各国科研人员心动不已。无人机作战控制技术研究,也就此拉开序幕。

1935年,“蜂王号”无人机问世,标志着无人机时代的真正开启。然而,由于动力不足、机载设备侦察精度较低、无法完成远距离通信等因素,无人机在当时主要承担着靶机和自杀式攻击机的功能,在战场建设上处于非常边缘的位置。

20世纪60年代,新型电子工业崛起,带动无人机技术迅速发展。一架架新型无人机如冉冉升起的新星,在战争中崭露头角。越南战争中,“火蜂”系列无人机总计飞行500多次,承担了电子窃听、电台干扰、抛撒金属箔条以及为有人机开辟通道等任务。等到2001年,在阿富汗战争中,美国的“捕食者”无人机可以携带反坦克导弹对地面目标进行攻击。这标志着无人机已经进入察打一体的发展新阶段。

2020年,在土耳其发动的“春天之盾”军事行动中,无人机完成从配角到主角的“华丽转身”,成为空中打击主力。无人机开始大规模应用于作战行动,并取得重大战果。

近年来,世界各国纷纷加快研制无人机的脚步;美国先后装备过60多种型号的无人机;以色列生产的“探路者”“苍鹭”“赫尔墨斯”等无人机出口至10多个国家,受到广泛关注;土耳其的“旗手”TB-2无人机在多次局部冲突中表现亮眼……无人机逐渐步入全球瞩目的军工舞台中央。

然而,取得累累战果的同时,无人机也接连不断地暴露出自身问题。报道显示,自2001年到2013年底,美军超过400架不同类型的军用无人机发生坠毁。在无人机的“成名之路”上,如何实现有效精准的操控,依然是其“关键技



“马克沁机枪的出现标志着一个时代的结束,自从拿破仑时代起曾经使用过的战术完全没用了。”《武器装备百科全书》中的一句话,阐释了自动武器之父马克沁在战争史上的地位。

马克沁,全名海勒姆·史蒂文斯·马克沁,1840年出生于美国缅因州一个贫寒家庭。孩童时代,他迫于生计,时常穿梭于马车作坊中,与发明结下不解之缘。

1880年,马克沁发明的气体照明灯触碰到商业对手的“奶酪”,他被迫卖掉公司,离开家乡去往英国。在战火纷飞

# 马克沁:敲开机械化战争大门

■杨斌 曾建伟

的欧洲,马克沁擅长的电器领域几乎无法立足。这时,朋友对他说,“不妨试试武器发明”。

只有充分的“市场调研”,才能了解“产品受众”的需求与意见。在武器研发领域,“市场”便是战场,“受众”就是士兵。到军队考察时,马克沁发现,士兵们大多使用老式步枪作战。这种步枪后坐力大,会对士兵的肩膀造成伤害;换弹速度慢,容易导致军队错失作战良机。看到现状,马克沁脑海中浮现出一个想法——发明一款自动连续射击武器。

马克沁把老式步枪后坐力大的缺点转化为优势。他利用射击时子弹喷发的火药气体,将原本需要人工完成的开锁、退壳、送弹、重新闭锁等一系列操

作变成自动进行,实现单管枪的自动连续射击。根据步枪上得来的经验,马克沁进一步发展完善了枪管短后坐自动射击原理。

1884年,世界上第一款自动式机枪——马克沁水冷式机枪正式问世。这款“1.0版本”的马克沁机枪每分钟可发射近600发子弹,并且配备射速调节器,士兵可以人为调节机枪射速。马克沁还为机枪打造了专属供弹带,保证机枪能够持续不间断地射击。由于射击过程中,枪管需要承受近3000摄氏度的高温,他为枪管“量身打造”一种冷却套筒,士兵可以在套筒内注入冷水进行降温。

自动式机枪这一“大杀器”的诞生,迅速引来强烈反响。闻风赶来的人们

看着子弹从枪口倾泻而出,不禁目瞪口呆。但也有人对此不屑一顾:“一颗子弹就足以杀伤一人,与其使用这种机枪胡乱射击,浪费子弹,不如多培养几名神枪手。”这种说法,在当时受到了许多军事专家的认同。

直到1893年,在英国人与苏鲁士人的战斗中,马克沁机枪终于展露出锋利的“獠牙”。一支仅50余人的英军队伍,凭借4挺马克沁机枪打退近5000名苏鲁士士兵。自此,马克沁机枪一战成名。

马克沁的发明革新了陆上作战模式,开创了自动武器新纪元。人们开始掌握复进弹簧和抛壳系统的运用。除马克沁机枪外,马克沁还设计了许多自动武器与机械结构,其中很多技术至今仍然被广泛应用。

## 历史钩沉