

# 樊邦奎院士： 六大方向，知悉无人机的未来

□文 / 樊邦奎

如果有人问：你认为无人机应该是什么样？你的脑子里会想到什么画面呢。搭载导弹的军用机？迷你航拍的消费机？喷洒农药的服务机 ..... 或许，你想到了更多更多。我们不得不承认，无人机的诞生正在改变人类社会，这种改变将会越来越明显。我们迫切地要知道，未来的无人机将会具有怎样的广度。那么现在，我们就来揭晓这个答案。



## 无人机的本质是什么？

随着信息技术的高速发展，无人机技术发生了巨大的变化。从遥控飞行器（RPV）到无

人驾驶飞机（UAV），再到无人宇宙空间监视（UAS），无人机技术已然迈向了一个新的高度。美国白宫军事顾问、机器人专家辛格曾经说过，机器人的本质就是机器。中国工程院院



樊邦奎 中国工程院院士、美国高级访问学者



士、自动化和人工智能专家李德毅也说过，未来汽车的三个功能将是感知、认知和行动。无人机即是机器，也要具备汽车的三个要素，因此无人机也叫做空中机器人。

空中飞行器具有怎样的发展规律呢？过去，有人机一统天下，下一步，无人机将会对有人机做出重要补充。未来一段时间，无人机和有人机将会相互依存，协同发展，直到无人机一统天下。

在近几年的局部战争中，无人机的使用品种和架次急剧增加，这引发了全世界研制无人机的热潮。那么，目前的无人机在往哪个方面发展呢？在这里，我们将从六个方面一览无人机的发展趋势。

## 无人机的六大发展方向

（一）以战场侦查和查打结合为主要目的，大力发展查打和侦查相结合的无人机。在美国无人机的发展路线图中，无人机被分为小中大和无人作战四种类型，完成的任务

也被分为十八种。其中，侦查、精确目标定位和指示总是排在第一位和第二位。

现在，无人机肩负着国家哨兵的重任。世界上装备的无人机中大约80%都是侦察机，具体工作包括图像侦查（可见光、红外、光谱、雷达、激光）、信号侦查、气象水文、磁、核生化等等。将侦查和打击两种模式结合在一起，能够很好地实现“发现即摧毁”的作战模式。这种将武器打击模块嵌入到侦查无人机中的解决思路备受军方的关注。像捕食者、猎人和死神这样的无人侦查机已经开始应用这种模式。

（二）以火力打击和空中对抗为主要需求，大力发展无人作战机。例如，像人们比较熟悉的X47B，它是美国福特级航母上配套使用的无人作战飞机。还有由法国牵头，六国共同参与研制的“神经元”无人作战飞机。另外，还有英国“雷神”和俄罗斯“电鳐”。

（三）以特种侦查和“蜂群”作战为主要目标，大力发展微小型无人机系统。微型和小型无人机都有严格的定义，比如美国规

定，微型无人机是指外形尺寸介于鹰和大型蝗虫之间的无人机，小型无人机是指起飞总重量大于2.3KG，小于25KG的无人机。

近年来，随着新型技术的出现，微小无人机出现了异军突起的现象。现在，人们可以看到各类小型机，例如像蚊子和蝴蝶这样的昆虫仿生无人机。为什么要研制这样的无人机呢？这样的无人机可以在民用方面有很多的用处，但是，它主要是在军事领域应用在特种部队“蜂群”作战上。

“蜂群”作战已成为了美军重要的发展方向。从2015年3月开始，美国海军就已经开始测试低成本无人机蜂群作战技术（LOCUST）。该项目采用廉价的“郊狼”型无人机，它的重量在6KG左右，时速可达到145公里，由无人机大炮接连发射升空。

目前，已经有9架无人机自主编队进行飞行测试，并于2016年夏季进行30架规模的蜂群作战测试。

（四）以新型动力技术为主要突破，大力发展超高速无人机和超长航时系统。超高速无人机一般是指巡航速度大于5马赫的无人机（1马赫大约是1200公里/小时），这种无人机需要通过火箭发动机、航空发动机和超燃冲压发动机组合实现超高速飞行。超长航时无人机一般是指续航时间在48小时以上的无人机。这个层次的无人机和人们通常所说的消费级无人机在超长航时上的概念是完全不一样的，它的动力能源问题将通过太阳能、燃料电池、氢发动机和核动力来解决。

例如，在氢发动机无人机系统方面，美国波音公司研制了创造性的液氢动力无人机——“鬼眼”，它采用两台2.3升4缸发动机，

每台发动机可产生150匹马力，可在2万米高空持续飞行4天，持续执行监视和侦察任务。而且它非常环保，产生的副产品只有水。这款无人机已于2012年6月实现首飞，继续在加利福尼亚州爱德华兹空军基地测试。

在核动力长航时无人机系统方面，美国科学家已经完成了新一代核动力无人机的理论和可行性研究。核动力新技术不仅能让无人机连续飞行时间从“天”增加到“月”，还能给无人机武器、控制等系统增加动力。因其超长的续航时间，能大大减少后勤支持成本。目前正在开展提高核反应堆安全性的相关工作，未来必将给无人机动力技术带来革命性的变化。

在激光和微波输能长航时无人机系统方面，美国洛克希德·马丁公司与美国激光动力公司于2012年就在一款小型无人机上成功测试了一种新型激光输能系统，无人机续航时间达到了48小时，而原来只具备2小时的续航时间。

除此之外，还有一种无人机是采用火箭



■ 图1 “郊狼”型无人机



■ 图2 “鬼眼”无人机



■ 图3 携带激光炮的无人机

助推、无动力滑翔的方式飞行。这种无人机是什么概念呢？也就是说，通过火箭把无人机带到大气层的临界位置，然后以一定的角度和速度砸向大气层，实现乘波飞行。这种方式类似于玩“水上漂”，就是把薄石片以一定的速度和角度打到水面上，让石子在水上漂行，而大气层就相当于水面。无人机在这种状态下，速度可以达到20马赫。

臭鼬工厂副总裁阿尔·罗米格说过，速度是新的隐身手段，超高速飞行器将成为游戏的改变者。这种无人战机一旦投入使用，

将改变战争形态和“游戏规则”，使现有的攻防体系发生重大变革，既有的防御手段将面临被“清零”的危险，将会形成新的战略威胁。

（五）以信息技术为核心，大力推进无人机系统的智能化。无人机系统是典型的信息化装备，美国在《2013-2038年无人系统综合路线图》中提出了无人系统面临的九项瓶颈技术，其中互操作性、自主性、通信、安全、传感器、计算机等六项都与信息技术密切相关。

二十年来，无人机之所以发展的如此迅速，其中，信息技术的发展起到了关键性推动作用。除了无人机，传统的信息技术解决遥控遥测、跟踪定位和信息感知处理问题。目前随着信息技术的发展出现了三个特点：

第一，无人机发展与新兴信息技术产业密切相关。大数据、云计算、物联网（含互联网）等新兴信息技术产业发展，正在深刻影响着



无人机技术的变革。

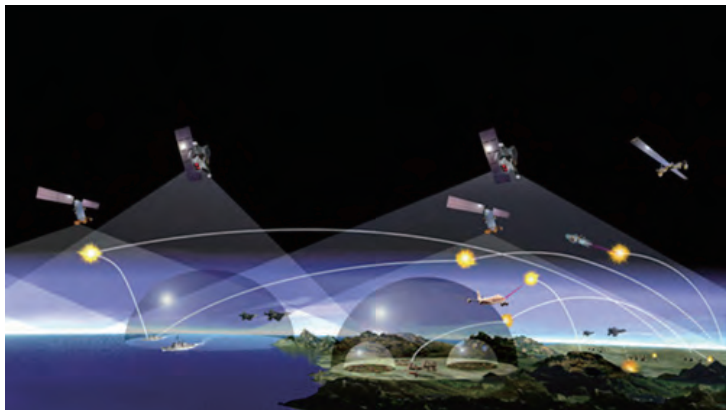
①在大数据技术方面，无人机作为空中移动的传感器节点，能够在大地测绘、国土资源调查、气象探测、交通监管、工林业生产、物流运输、个人消费等领域产生海量的数据。还包括无人机飞行参数信息，部分数据具有经济效益，而大部分数据需依托大数据技术进行综合开发利用。

②在云计算方面，将来很多的无人机要得到解放，机上的计算、存储、智能能力，这些都需要通过云端来解决。

③在物联网方面，物联网是一个比移动互联网更加复杂的生态系统，倡导万物互联，无人机融入物联网后将更好地发挥机动、灵动、传感器数据多样等优点，实现人机交互、互操作、互理解。

第二，信息基础设施将成为无人机组网测控和飞行管理的重要依托。现在，要想将无人机产业化，航空管理是一个重大问题。因此，必须依托基础信息设施来解决未来交通的管理问题，而不是按照现在的方式进行航管。移动通信基础设施、互联网基础设施以及广播电视基础设施都将成为无人机组网和飞行管理的重要依托。

其中，广播电视基础设施有什么用呢？假如将来一旦无人机开放使用，需要基本达到三个能力：可规避、可探测和可控制。广播电视发射的信号非常多，只要能够探测就可以把无人机进行组网。因此，信息基础设

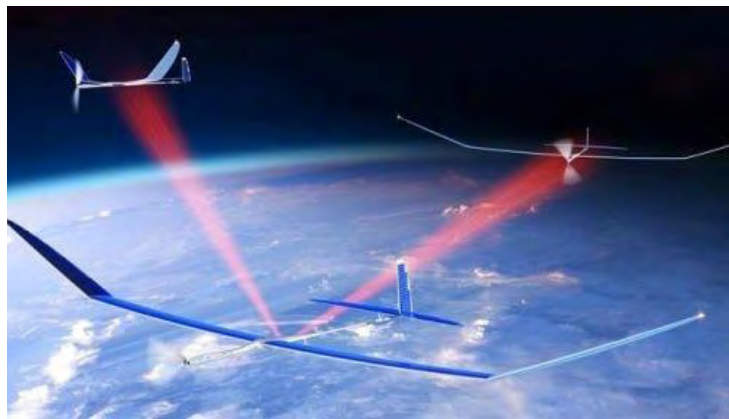


施将会成为无人机组网测控和飞行管理的重要依托。

通过三大基础设施提供的安装和飞行管理等共用平台，结构专用的软硬件，最终覆盖全国无人机组网测控和飞行管理系统。

第三，人工智能技术是提升无人机应用能力的颠覆技术之首。毫无疑问，人工智能技术对无人机的发展有着核心的引用导向。从人工智能的角度来看，无人机将从三个方面发展：单机智能飞行、多机智能协同、任务自主智能。

单机智能飞行涉及到环境感知与规避，包含了探测、通信和感知，信息融合、共享、



环境自适应、新型传感器。智能路径规划需要用到很多人工智能技术；智能飞控要解决开放性、自主性和自学习；还有智能空域整合和智能飞行。智能飞行器是指各式各样的飞行器，既能在水里飞，也能在空中飞，这个过程还是在不断变化的。

多机协同涉及到的内容很多，其中的关键技术是协同指挥控制以及协同态势生成与评估。多机协同路径规划和单机路径规划是不一样的，无人机相互之间需要协同，这样才能避免发生行驶路径混乱。另外，协同的语义交互的核心是对机器自然语境的理解，将来的无人机将和别的系统协同工作，因此要实现机器能够理解的机器语言。

任务自主智能的概念和终极的无人驾驶汽车的概念是异曲同工的，就是实现自动驾驶。例如，目前的无人机在执行查打结合任务的时候，还需要技术人员来通过屏幕远程操作，观察物体是不是目标，能不能进行打击，而我们对未来无人机的要求是它能够自己进行判断并进行打击，这也是无人机应用的最高境界。



手机扫码阅读



（六）以低空空域为依托，面向民用领域，大力发展民用无人机。现在，针对低空飞行开放或者开放程度更大以后，如何面向民用领域来发展无人机，各个国家都出台了相关的政策和规定。目前，民用无人机的研究出现了一个新的特点，那就是研究应用领域非常广泛，而研究主体却出现了很大的变化。目前，除了主流航空企业在开展无人机业务外，亚马逊、谷歌、Facebook，GoPro，腾讯、小米等互联网科技公司也开始涉足无人机领域，开展相关业务。因为这些企业在信息技术领域具有一定的技术积累，所以说它们进入无人机领域的过程具有一定的优势，这也验证了，信息技术是推动无人机发展的主要动力。

在民用无人机的应用上，遥感探测类的数字地球感知是最重要的研究项目，接着是在国土调查、气象探测、交通监管和安全（搜捕、营救、反恐除爆）等领域，然后是在工农林生产领域，最后是在物流运输领域。其中，无人机在工农林生产领域的应用非常广阔。美国研究无人机市场的时候提出，农业绝对会成为无人机的主导市场。除了无人机在主流市场的应用外，未来，娱乐也会成为无人机的消费领域。

所以，我们能够看到无人机的应用之深、应用之广。我们相信，未来的无人机市场是繁荣的，总有一天，无人机将会和手机一样成为人们生活的标配。家家都有机器人，人人都有无人机的时代即将到来，你准备好了吗？

（根据作者近期演讲整理，未经本人确认）