

2018年无人机研发热点回眸

金伟¹, 周震博²

1. 工业和信息化部装备工业发展中心, 北京 100846

2. 北京云无忧大数据科技有限公司, 北京 100070

摘要 2018年, 无人机技术、产品、应用、监管等领域取得了系列进展。回顾了无人机集群飞行、载人无人机与飞行汽车、无人机与5G融合、变体无人机、新能源无人机、有人机无人化等前沿热点进展, 以及大型无人机融入国家空域、无人机空中交通管理系统和无人机监管法规政策等无人机安全及监管方面的最新进展。

关键词 无人机; 集群飞行; 无人机空中交通管理系统; 安全监管

飞天, 是人类的梦想, 从鲁班造木鸢到达芬奇的扑翼机, 从明朝万户带风筝飞天到莱特兄弟驾驶“飞行者1号”试飞成功, 从孔明灯到齐柏林飞艇, 从葛洪竹蜻蜓到直升机, 人类的飞天梦起于无人飞行器, 实现于载人飞机, 将发展于无人机。无人机(unmanned aircraft systems, UAS)的出现和发展, 是人类几千年来一直执著不懈飞向蓝天的必然结果, 是实现人与自然、行业与应用融合发展的必然要求, 也是现代飞行技术发展的必然趋势。2018年无人机在人工智能、立体交通、远程物流等领域取得突破性的科技进展, 无人机系统在飞行控制系统、能源动力系统、气动外形设计及行业应用方面都取得了一定成果。无人机系统不再局限于单一性能的完善, 在空中交通管理、集群协同、物联网、5G等领域呈现出跨界发展的趋势。

1 无人机前沿热点

1.1 集群飞行

2016年初英特尔公司在世界消费电子展上成功试飞100架无人机集群表演, 拉开了无人机集群飞行的序

幕, 2016年12月, 英特尔公司在天猫“双11”全球创智生态峰会完成500架无人机的集群表演, 并编队表演灯光秀。英特尔公司采用自己研发生产的集群表演专用无人机Shooting Star, 通过对无人机进行提前编程, 在空中组成静态或者动态的空中灯光影像, 代替传统高污染的烟花表演。

在之后的一段时间内, 世界各地无人机集群表演陆续涌现。进入2018年, 广州亿航智能技术有限公司开启“千机变”, 将无人机集群表演数量推进到1000架以上。在2018年4月29日“西安年·最中国”活动主会场, 广州亿航白鹭科技有限公司首次完成1300余架无人机编队表演, 刷新英特尔在平昌冬奥会开幕仪式上创下的1218架吉尼斯最多无人机编队的历史成绩^[1]。

集群表演的形式从之前的静态飞行, 空中拼接图案变成动态运行飞行及颜色组合变化, 成功从空中背景墙进化到空中电子屏, 为保证上千架无人机的空中动态协同与处置备份, 所有无人机全部升级为最新的高精度差分定位, 通过地面基站交互组网与空中目标分配的方式将现有链路、导航、控制、感知规避能力提高新的等级(图1)。

收稿日期: 2018-12-31; 修回日期: 2019-01-10

作者简介: 金伟, 副研究员, 研究方向为航空产业发展及政策, 电子信箱: 18801136122@126.com

引用格式: 金伟, 周震博. 2018年无人机研发热点回眸[J]. 科技导报, 2019, 37(1): 163-172; doi: 10.3981/j.issn.1000-7857.2019.01.018

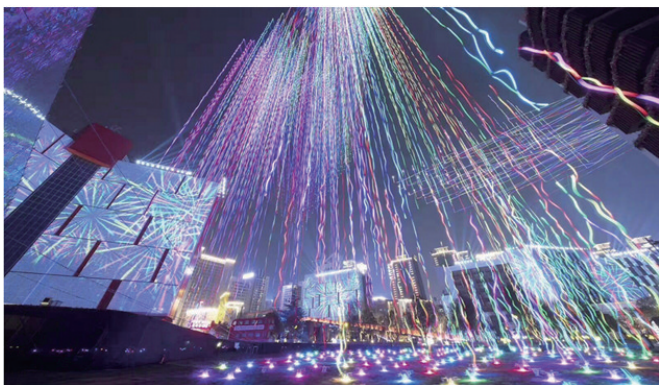


图1 无人机集群表演

Fig. 1 UAS cluster performance

集群行为是一种生物的集体行为,生物昆虫、鸟类、鱼类、水生动物、人与细菌都会出现集群行为。无人机集群概念起源于蜜蜂,最早用于军用,因此也叫蜂群飞行。归属同一蜂群的独立个体按照行为协同、任务协同、功能协同的方式组成智能集群主体,通过个体之间的专有的信息传输方式完成复杂任务,目前无人机集群主要用在军事领域^[2]。相对而言,军用无人机蜂群构建的是群体自主协同系统,而民用无人机集群目前主要通过控制主飞机来控制其他飞机的飞行,前者技术更高一些。

进入21世纪,面对传统战争的非对称性转变以及自动控制及智能化在武器装备系统的广泛应用,美国将无人系统及智能化应用作为其三军智能化体系下的关键技术节点,21世纪的第一个10年美国从以MQ-9B为典型代表的中高空长航时多用途无人机研究,转变为全体系多域作战场景的无人系统路线图制定,并将无人机自主集群技术作为中小型无人机重要作战模式的发展方向,加快制定相关技术路线和进行技术验证。美国国防部高级研究计划局(DARPA)、海军研究院以及兰德智库等前沿机构,在无人机集群作战概念、验证等研究方面进行了为期10年左右的深入研究,并陆续发布了无人系统路线图。

美国国防部于2005年8月发布世界首个以无人机为主体的《无人系统路线图2005—2030》。该路线图提出将无人机智能控制等级分为3个层面10级的技术需求及概念定义,以满足未来战争中无人系统协同智能化作战能力要求:一是单机智能化:遥控引导、故障诊断、故障自修复和环境自适应、机载路径规划。二是

多机自主:多机协调、多机战术重规划、多机战术目标。三是集群自主:分布式控制、群组战略目标、全自主集群^[3]。该路线图将“全自主智能化集群”作为无人机系统自主控制的最高等级,并预计2025年后无人机将实现全自主集群。2015年3月,美国海军实现了9架Coyote无人机的完全自主同步和编队飞行的技术验证。

2016年5月,美国空军发布《小型无人机系统飞行规划2016—2036》,对蜂群、编组、忠诚僚机3种集群作战概念进行了定义,其中“编组”定义是人人互动,“忠诚僚机”是人机协同,“蜂群”是无人机系统间交互^[3]。

美国国防部推迟1年于2018年8月发布了《无人系统综合路线图2017—2042》,此次修订是在之前陆、海、空三军系统路线图的基础之上进行战略级及战术级双重构想,在新版路线图中将无人机智能应用及自主化能力作为无人机系统未来的关键技术。路线图围绕以机器学习、自主作战为典型特征的无人系统技术,将最终技术目标从早期独立作战能力,转变成提高人和无人系统的综合效率,正式将人机系统作战理念提上日程^[4]。

无人机系统能有效提高当前技术条件下的作战能力和作战效费比,将颠覆未来战争概念。2015年,由美国国防部高级研究计划局提出的“小精灵”计划就是如此,该计划是分布式空中作战的发展趋势,它通过空中发射和回收、机体平台、协同作战、开放式系统架构及战场管理等多类技术,实现下一代无人系统作战场景的充分部署和应用,是无人机集群作战的充分体现。与传统无人机不同,“小精灵”外形更接近大型巡航导弹,不同的是加装了可折叠式主翼,并配有更低成本、且高效的涡扇发动机。由于尺寸小巧,“小精灵”对搭载平台的要求并不高,可由不同类型的空中平台投放或回收(图2)。



图2 美军无人机集群作战剖面示意

Fig. 2 Operational profile sketch of US UAS cluster

“小精灵”无人机集群可由一架运输机在距离目标区 500 km 外,从 9 km 以上的飞行高度投放,以“集群编队”方式飞抵目标区后,“小精灵”还能根据不同作战需要,在目标区进行超过 1 h 的持续性巡视飞行,在飞行期间可执行包括侦察、监视、对地打击等多种任务,还能对敌军地面或空中目标实施自杀式攻击,再沿“回收路线”返航,在空中回收点与负责接应的运输机汇合。美国国防部高级研究计划局计划通过三阶段的努力,使用隐形航母搭载数十架小型无人机,以集群作战方式对目标进行攻击,并预定 2020 年左右进行飞行演示验证^[5]。

中国在固定翼无人机集群飞行方面也取得了突破性进展,2017 年 12 月中国电子科技集团有限公司成功完成了 200 架固定翼无人机集群飞行,刷新了此前自己创造的 119 架固定翼无人机集群作战模拟演示的世界纪录。更早的世界纪录为美国 2016 年 10 月成功放飞的 103 架“灰山鹑”(Perdix)无人机。

1.2 载人无人机与飞行汽车

现阶段仍很难区分载人无人机、飞行汽车这些新概念飞行器的具体差异与界限,但这并不妨碍载人无人机项目的广泛开展,目前世界上已经有超过 150 项各类飞行汽车项目,随着电动能源普及、自动驾驶及无人飞行控制技术的成熟,相信在不久的将来人类出行交通方式将发生很大改变。

2018 年,由吉利汽车收购的全资子公司——美国 Terrafugia 研发设计的全球首款飞行汽车发布,该飞行汽车计划于 2019 年在美国正式上市。该款名为 Transition 的双座飞行汽车采用折叠机翼,可在 1 min 内完成地面行驶模式和空中飞行模式的切换。

Transition 安装有现有通用飞机的货架发动机和螺旋桨产品,为适应各国法规的要求,它在地面运行期间采用电驱动方式,满足环保、防撞击、安全性等各方面要求,而在飞行阶段通过展开机翼,像飞机一样飞行,最高时速为 160 km/h,空中续航 640 km,起飞滑跑距离为 425 m。处于飞行模式下的飞行汽车将满足各国适航要求,Transition 也是现阶段仅有的几个同时满足公路运行及飞行条件的飞行汽车^[6]。

空中客车公司(Airbus)联合奥迪及意大利设计公司(ItalDesign)推出的 Pop.Up 飞行汽车,车身与基座可以分离开,并有 1 个四旋翼飞行器与车身配合,可以在飞行模式或地面模式中随意切换,随时变身成为飞机

或汽车(图 3)。该设计方案极度弱化了驾驶员与整个系统运行的干预,采用全自主运行方式,乘客只需要设定目的地,飞行汽车会根据实际路况选择地面及空中的运行路线。这辆电动飞行汽车配有 5 级自动驾驶技术,未来将为城市提供更舒适、环保、节省空间的共享型出行方式^[7]。



图 3 空客飞行汽车构想

Fig. 3 Conception of airbus flying vehicle

在 2018 年世界消费电子展上,世界上第一架两座电驱动多旋翼载人无人机 Volocopter 亮相。Volocopter 是由 18 个旋翼装置组成的白色蛛网形状的飞行汽车,结构上像一个放大版本的无人机。它可以像直升机一样垂直起降,乘客可以通过设定航线,所有飞行控制全部由飞行控制系统自主完成。相比传统直升机,其多发构型具备更好的飞行稳定性。

1.3 5G+无人机

无人机作为智能化无人飞行平台,在垂直行业得到了广泛的应用实践,并大范围应用于消费娱乐、空中航拍、工业巡检、短途物流运输等领域。在无人机充分利用的同时,诸如农林精准作业、高精度激光测绘、移动体面部识别安防等方面,对超视距远程控制、图像实时云端处理、高清视频回传能力提出了新的要求,促使无人机与移动蜂窝网络进行深度融合。

2018 年 9 月 28 日,中国信息通信研究院发布《5G 无人机应用白皮书》,对于无人机物流、农林植保、巡检测绘、警用安防、应急救援、编队飞行、未来云端 AI 自主飞行等,从无人机应用场景和通信需求、4G/5G 网络能力、网联无人机终端通信能力、5G 应用案例、无人机安全飞行及标准进展等方面阐述了 5G 无人机应用的情况^[8]。

2018 年 4 月,中国电信与华为公司合作,在深圳完成 5G 无人机首飞试验及巡检业务演示。这是中国第一个基于端到端 5G 网络的专业无人机测试飞行,成功实

现了无人机 360°全景 4K 高清视频的实时 5G 网络传输。远端操控人员获得第一视角虚拟现实(VR)体验,通过 ms 级低时延 5G 网络进行无人机远程敏捷控制,高效完成巡检任务(图 4)^[9]。



图 4 5G+无人机

Fig. 4 5G+UAS

该联合演示项目采用华为的有源天线系统(天线馈线系统是指向周围空间辐射电磁波的天线),将 5G 关键技术和无人机创新产品形式应用于数字低空。通过调整空间范围内的无线电波束扫描和波束分层,在加强现有水平区域的覆盖范围的同时,垂直空间的容量和覆盖范围也大大增加,从而满足不同的场景覆盖要求,有效提高城市高层建筑的覆盖和服务体验,构建高可靠性、高性能、宽覆盖的低空数字三维网络。

1.4 变体无人机

2015 年 4 月,美国海军研究局发布低成本无人机集群技术(low-cost UAS swarming technology, LOCUST)项目,其中已经出现变体无人机的身影,在这个项目中,变体无人机可以从多管发射器中起飞,并在起飞过程中自动展开机翼和螺旋桨,变形成任务模式下的作战形态。美国国防部高级研究计划局在其“小精灵”项目中也设想了变种无人机,它可以自动打开飞机顶部和主机捕集器的回收装置,并折叠机翼进行回收^[5]。

2018 年,美国 AeroVironment 公司计划通过集成 FlightWave 公司的 EdgeHybrid 复合技术,开发一种同时具备垂直起飞和着陆模式,以及固定翼飞行模式的新型变体无人机,该无人机在起降阶段无需使用拦阻设备或弹射器之类的地面辅助设备。采用构型转化技术后的无人机,其不同任务状态下的飞行及作战包线获得了极大的改善,该构型无人机同时兼顾长航时巡航、高速飞行和高机动飞行能力,使无人机在担负传统侦察监视任务的同时,具备跟踪、打击、集群对抗等各种地面、海面以及空中任务场景的作战能力^[10]。

2018 年 12 月,苏黎世大学的研究人员称研发了一种基于鸟类飞行动作的可变形四轴无人机(图 5)。这种无人机可以自行分析判断环境,在飞行模式下自动变形,即空中自动变型。该无人机有 4 个轴,每个轴上有一个可独立工作的电机。在飞行的过程中,这 4 个电机能够控制 4 个轴转动,让无人机变形为 X、T、H 等形状,以适应不同的飞行环境,飞过一些不规则、狭窄的空洞等复杂场景。该设计是为了满足地震、火灾等救援任务的需要,目前该无人机还处于实验阶段^[11]。



图 5 苏黎世大学研发的变形无人机

Fig. 5 Deformable UAS developed by Zurich University

1.5 新能源无人机

2018 年 11 月,美国麻省理工学院工程师设计出一种不依靠螺旋桨产生推力或动力,无需传统能源驱动的“离子风”无人机(图 6)。该无人机由增压空气分子提供动力,利用电流通过薄、厚两个电极时产生的空气推力推动,实现了推进系统无运动组件的持续飞行,相关论文发表在《Nature》杂志上^[12]。该技术可用于低噪音要求的飞机动力系统研究,现有设计方案具有简单的机械结构和环保等特性。

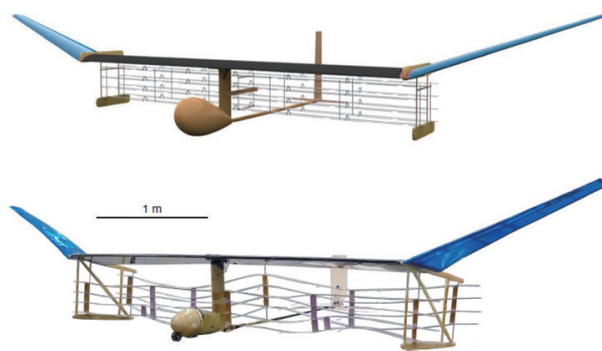


图 6 “离子风”无人机

Fig. 6 Ionic wind-powered UAS

“离子风”无人机采用滑翔机式布局,无人机全重约2.3 kg,翼展达5 m,该无人机通过在机翼的前缘和下侧配有细线作为正极,机翼的后缘配有粗线作为负极,无人机通过锂聚电池进行供电。无人机飞行期间,机翼的前后缘可产生40 kV的高压,导致空气分子被电离而相互碰撞驱动飞机。经过多次测试,该无人机已能稳定飞行60 m(测试场地的最大距离)。目前该无人机尚没有在户外进行远距离飞行测试,课题组目标是通过提高单位面积内产生的推力密度,用更低电压制造出更多“离子风”的方式让无人机飞行更远。“离子风”推进系统的低噪音特性,有望在未来实现多种应用。

2018年10月,由中国航空工业集团公司第一飞机设计研究院设计研发的20 m翼展“启明星”太阳能无人机验证机成功首飞,该验证机采用大尺寸复合材料结构,通过机翼表面的太阳能电池板吸收太阳能,具有临近空间巡航飞行的能力和连续留空飞行能力,可进行全天候飞行^[13]。

太阳能无人机需要考虑极端的环境形势,总体设计阶段满足如下特殊需求,如转换效率、曲面铺设、超轻密度以及高低温工作条件等。太阳能无人机上的太阳能电池板需具备航天级别的性能要求,并需克服设计、制造和维护方面的一系列新工程问题。太阳能无人机的大展弦比布局、太阳能电池板铺设、电池布局、电机和螺旋桨推进效率、任务负载,以及如何减少飞行阻力、如何更顺畅地飞行等关键性技术需要进行持续攻关才能满足任务需求。

2018年4月,美国极光飞行科学公司(波音公司子公司,以下简称极光公司)宣布,已获得DARPA批准,允许将其电动分布式推进系统用于商业领域,并计划将其全电动XV-24A“雷击”倾转旋翼无人机推向民用市场。极光公司已成功完成XV-24A等比例验证机测试,将于2019年开始全面飞行测试。XV-24A是大功率MW级油电混合动力无人机,配装一台罗罗公司的AE1107涡轴发动机,该发动机驱动一个装有3台高性能发电机的齿轮箱,可产生功率为1 MW的电能,其体积比现役1 MW电动机的体积小,重量只有126.5 kg,效率达98%(现役电动机只有92%),而且功率密度是现役电动机的5倍。该发电机产生的电能可为XV-24A无人机的24台可变桨距涵道风扇提供能量,其中的18台安装在机身后方的倾转机翼上,6台安装在机身前方的倾转机翼上。但是,由于发电机出现热管理问题,以

及没有军方合作推进的原因,DARPA已决定取消XV-24A验证机项目,但是相关的技术将被极光公司用于与优步合作的商用电动垂直起降出租飞机上^[14]。

1.6 有人机无人化

2018年10月26日,由朗星航空科技有限公司研发的AT200大型物流无人机搭载空管设备完成转场跨越秦岭飞行。AT200按照既定航线,以5100 m的巡航高度成功飞越平均海拔超过4000 m秦岭山脉,总飞行时长3小时14分钟,AT200无人机搭载专用空管设备,飞行过程中由无人机地面控制人员与空管系统进行空中控制,完成现有空管体系在多山地区货物运输飞行任务下的指挥和监控能力验证。AT200是全球首款吨位级民用货运无人机,是在新西兰有人机P750的基础上改装完成,是目前全球民用无人机领域起飞重量最大的无人机。AT200货运无人机配备了先进的飞控系统和指挥系统,在指控中心即可实现“一键自主起降”。飞机最大飞行速度为313 km/h,续航时间长达8 h,最大航程2183 km,可实现高原机场起降,同时具备夜航能力,可满足夜间货运飞行需求(图7)^[15]。



图7 由P750改装成的AT200大型物流无人机

Fig. 7 AT200 large logistics UAS refitted from P750

2018年9月,由航天时代电子技术股份有限公司与顺丰控股合作研制的运5B无人改造项目——飞鸿-98无人机实现成功首飞。运5B原型机于1989年6月成功首飞,动力系统为活塞5发动机,采用后三点式起落架,已广泛应用在运输、农业、探矿、旅游、救援、训练及跳伞等方面。改造后,飞鸿-98无人机的最大起飞重量为5.25 t,最大商用载重量为1.5 t。仓库容积为12 m³,可以使用简单的跑道在200 m以内的距离滑行达到起飞速度。最大航程近1000 km,可满足偏远山区、岛屿等复杂环境的物流运输需求,是应急救援物资投放很好的货运飞机平台^[16]。

2018年11月,由中国航空工业集团公司第一飞机设计研究院完成的小鹰500改装项目——通用型无人运输机“探路星”总装下线。小鹰500通用飞机被誉为“空中奔驰”,是中国第一架按照中国民航适航规章设计生产、拥有自主知识产权的轻型多用途飞机,为下单翼、单发活塞飞机,于2003年10月完成首飞,至今已有80余架交付国内外,具有优良的飞行特性,良好的经济性、可靠性和安全性。“探路星”无人机,继承了小鹰500的优良品质,保留了原机经济高效的布局,通过对现有飞机进行航电和自动驾驶系统的改装,搭载飞行控制系统、机载数据链路使其具备远程无人驾驶能力,预计2019年完成滑行和试飞工作^[17]。

2 无人机安全及监管

2.1 大型无人机融入国家空域

2017年10月25日,美国总统特朗普签署了一份备忘录,建立无人机系统整合试点项目,拟对无人机实施为期3年的安全测试和高级操作验证,其结果将用于加速无人机系统与现有有人机空域的融合,使之在一体化的国家空域中运行。早在2013年,美国联邦航空局(FAA)就发布了将民用无人机系统纳入国家空域系统管理的路线图。根据国际无人驾驶运载器系统协会(AUVSI)发布的“无人机系统融入对美国经济影响的报告”,无人机系统如果能够融入国家空域运行,将在美国创造7万个就业岗位,所创造的经济效益超过136亿美元。到2025年,将创造10万个就业岗位,经济效益达820亿美元^[18]。

2018年7月10—11日,由通用原子航空系统公司(GA-ASI)生产的中空远程(MALE)大型无人机MQ-9B空中卫士(图8)成功降落在英国皇家空军费尔福德基地,这标志着长航时无人机历史上第一次跨大西洋飞行的成功。MQ-9B无人机从北达科他州的大福克斯起飞,并在24小时4分钟内完成了6960 km的飞行。这一历史性事件证明了MQ-9B的持久性,也证明了大型无人机远距离跨洋飞行进入民用空域的能力^[19]。

MQ-9B是该公司的下一代多任务Predator B系列,该公司将其基础型号命名为天空卫士(Air Guardian),海上监视类型被命名为海洋卫士(SeaGuardian)。MQ-9B是根据北约STANAG 4671“无人机系统适航要求”开发的“捕食者B”系列的“适航认证”版本。这是一项



图8 MQ-9B 天空卫士无人机

Fig. 8 MQ-9B sky guardian UAS

为期5年的计划,该计划旨在开发一种符合多个军事和民用部门适航认证要求的无人机。这些主管部门包括英国军事航空管理局(MAA)和美国联邦航空管理局,具备多个国家民航认证型号证书和经过测试的感知避让系统将使该无人机能够在各类民用空域进行与民航飞机同样的飞行。

2.2 无人机空中管理系统

无人机空中管理系统目前分别有美国、欧洲及中国三大主要航空管理部门推进。美国国家航空航天局(NASA)启动了“无人机融入国家空域系统”(UAS-NAS)项目,由NASA、FAA、通用原子公司和霍尼韦尔公司合作对无人机感知与避让系统概念进行验证,包括开展无人机防撞系统在没有人干预情况下的空中碰撞试验,以及建立该领域的技术标准等。

美国UAS-NAS项目分为适应、融合、演进3个阶段:第一阶段为适应阶段(2011—2016年),此阶段需要研究的空域集成技术有感知与规避(sense and avoid, SAA)、指挥与控制数据链路(command and control data link, C2)、人机系统集成、集成测试和评估环境。第二阶段为融合阶段(2017—2020年),该阶段UAS-NAS项目将通过快速仿真、人在回路仿真以及飞行校验等多种试验手段开展系统级的集成验证,重点解决UAS空域准入的特定技术挑战。第三阶段为演进阶段(2020年起),该阶段项目将重点验证无人机融入国家空域关键技术,研究和开发SAA算法以及未来无人机和有人机协同的兼容性、可行性^[20]。

在低空空域方面,NASA和FAA合作推出的针对低空空域的无人机空中交通管理系统(UTM)(图9),不仅将实现无人机有人机的融合运行管理,而且能够提供



图9 UTM 系统飞行监管蓝图

Fig. 9 Flight supervision blueprint of UTM system

如空域设计、动态地理围栏、恶劣天气和风力避免、拥塞管理、地形回避、路径规划和飞行间隔管理,以及应急管理低空作业等服务。NASA 提出了4级技术控制等级(TCL)标准:第1等级(TCL1),用技术解决农业、消防和基础设施监控运用的无人机管理问题,重点是地理围栏、高度层的运行规则和运行航迹的规划,该等级的相关技术已于2015年8月完成实地测试;第2等级(TCL2),测试相关技术支持空域动态管理和应急救援管理的可行性和有效性,于2016年4月完成测试;第3等级(TCL3),测试相关技术以保持在适度人口密集区上空的无人机的安全间隔,于2018年1月开始实施,并在2018年6月完成相关测试;第4等级(TCL4),测试人口高密度的城市地区上空无人机运行管理,例如新闻航拍和包裹快递,并且将测试用于管理大规模突发事件的技术。在2018年3月,NASA成功地完成了UTM项目的TCL3飞行测试。

美国洛克希德·马丁空间系统公司则正在与一些行业利益攸关方,包括NASA的UTM研究项目,通过太空法案(Space Act)的信息共享协议开发附加的无人机管理模块,支持超视距无人机操作的地基感知与避让功能,已经部署了UTM系统的第一期组成部分,其在线

飞行服务飞行员网站(www.afss.com)可以直向FAA的非隔离空域(NAS)提交飞行计划。

欧洲单一天空空中交通管理研究计划(SESAR)正在开发U-space,通过利用数字化和自动化数据技术,提供包括安全、交互、物联网和安保等服务,确保在各等级和各类型空域环境中的无人机飞行任务顺利开展。U-space提出了4项服务内容及其计划,U1为基础服务、U2为初始服务、U3为高级服务、U4为全面服务。U1服务预计将在2019年全面使用,U2运行前演示也将进行。U3~U4研究的第一个结果将在2019年完成,演示和推广计划在2020年初完成,具体时间由各个国家决定^[21]。

中国民用航空局(CAAC)则批准试用了9家无人机云系统(UACS),分别为U-Cloud、U-Care、飞云、北斗云、无忧云、大翼鹰眼、知翼(Findrone)、沃天宇和极飞云。其基本构想是通过无人机连入云系统,由云系统供应商最终连接到综合的民用无人机运营管理系统(UOMS),实现对整个国家民用无人机的监管,并将UOMS与军用无人机管理系统对接,实现全部无人机系统的接入和统一管控。同时,这些云系统还提供飞行警报、地理导航、注册和飞机定位等服务。

2.3 无人机监管法规政策

随着无人机应用的愈发广泛,无人机的安全监管,成为这一行业的主题。2017年,无人机扰航、非法掉落等事件达到顶峰,中国政府及各地方纷纷加强监管,国际相关组织及美国、欧盟、印度等国家和地区也纷纷强化监管,反无人机系统(C-UAS)技术则迅速兴起。在2017年,国际民航组织(ICAO)理事会通过了关于无人机遥控驾驶员执照的各项规定。进入2018年,虽然也有使用无人机袭击委内瑞拉总统等重大事情发生,但无人机安全监管形势和热度相对缓和了一些。在这一形势下,ICAO倡导成立的无人机研究小组,正在组织制定协调一致的方法对小型无人航空器进行监管,ICAO也在试图通过制定UTM实现有人机无人机的融合运行^[22]。

欧洲赫尔辛基高层会议要求所有参会的利益攸关方承诺在2019年之前开放欧盟无人机服务市场,欧洲航空安全局(EASA)强化基于运行风险的无人机安全监管思路,将无人机分为公开类、特许运行类、审定类三类进行管理。2018年EASA公布了有关欧洲开放类和特许运行类无人机安全飞行的第一个正式意见,即EASA第01/2018号意见的授权法案^[23],该意见将成为欧

盟今后制定规范无人机飞行具体措施的基石。

美国对无人机的安全监管也较为系统和全面,2016年,美国联邦航空局发布了《小型无人航空器系统运行和审定》(Part 107),针对250 g以上、25 kg以下的非娱乐用途无人机系统进行了详细规定。2017年底,美国国防授权法案恢复了中断的对小型无人机的注册登记制度。2018年10月,美国国会授权通过法案,要求FAA取消一些消费级无人机的运行限制,同时还要采取措施放慢商业无人机的运营,并促进无人机平安迅速整合到国家空中交通管理系统中。同时,美国国会提交的无人机联邦法案(Drone Federalism Act)和无人机创新法案(Drone Innovation Act of 2017)提出,FAA是地方政府与国家无人机空中交通管理系统之间的联络单位,允许州和地方政府监管娱乐用无人机及200英尺(约60 m)以下的商业无人机飞行^[24]。

2018年,澳大利亚、印度均发布了无人机新规,对无人机飞行高度、范围及区域等进行了严格的限制,如印度民用遥控飞机系统操作规定禁止外籍人员在印度操作遥控飞机,印度人员飞行时需从印度民航总局获得单一识别码和无人机操作许可证,即使在室内飞行的无人机也需要登记,且无人机必须在白天飞行。新规已于2018年12月1日正式生效,目前已发生了一起中国公民在印度使用无人机被羁押的事件^[25]。

为减少无人驾驶飞机与商业航班相撞风险,国际航空运输协会(IATA)表示支持无人机空管系统发展,将发动全球航空公司支持由联合国牵头打造全球无人机登记系统^[26]。为加强无人机标准规范全球化,2018年11月,国际标准化组织(ISO)公开了第一版无人机使用标准ISO/CD 21384—1的草案^[27]。为推动无人机产品的国际化,世界海关组织协调制度委员会(HSC)第62次会议决定,将无人机归类为“会飞的照相机”,纳入“摄像机”品目8525项下进行海关监管^[28]。

从中国来看,随着监管技术的不断进步,监管需求和制度的逐步明确及监管措施的进一步规范,关于无人机安全监管的目标、手段也在进一步明晰。各部门加快出台相应措施,进一步加强行业规范,既体现安全为要又注重放管结合,积极促进产业发展。

2018年,先后有无人机领域顶层法规《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例(征求意见稿)》,中国民用航空局发布《民用无人驾驶航空器从事经营性飞行活动管理办法(暂行)》《民用无人机驾驶员管理规定》《深圳地

区无人机飞行管理实施办法(暂行)》等部门和地方规章,成立民用无人驾驶航空器管理领导小组及工作组,中华人民共和国工业和信息化部对《无人机制造企业规范条件》征求意见^[29],以及中华人民共和国全国人民代表大会授权国务院、中央军委对无人驾驶航空器另行制定规定等^[30],地方无人机综合监管、无人机测试应用基地也纷纷试点启用。

3 结论

随着无人机与能源、动力、平台技术、自动驾驶、人工智能等领域的快速融合发展,无人机的应用场景日益扩展。在不远的将来,无人驾驶航空器、飞行汽车、载人无人机、电动垂直起降飞机(electric vertical take-off and landing, E-VTOL)将改变人类低空出行,建立全新的立体交通概念。同时,随着无人机安全监管技术的成熟,无人机监管法规制度将进一步健全,由无人机牵引的融合运行的综合交通体系将在全球呈现。

参考文献(References)

- [1] 西安1374架无人机空中飞舞 创造吉尼斯世界纪录[EB/OL]. (2018-05-02) [2018-12-31]. <http://xian.qq.com/a/20180502/003671.htm>.
Xi'an 1374 UAS fly in the air to set a Guinness World Record [EB/OL]. (2018-05-02) [2018-12-31]. <http://xian.qq.com/a/20180502/003671.htm>.
- [2] 段海滨, 邱华鑫, 陈琳, 等. 无人机自主集群技术研究展望[J]. 科技导报, 2018, 36(21): 90-98.
Duan Haibin, Qiu Huaxin, Chen Lin, et al. Prospects on UAS autonomous swarm technology[J]. Science & Technology Review, 2018, 36(21): 90-98.
- [3] 张学明, 张书启. 解读美国空军新版小型无人机发展路线图[J]. 国防科技, 2016, 37(4): 81-84.
Zhang Xueming, Zhang Shuqi. Interpretation of the new version roadmap for the development of the the US Air Force's small UAS[J]. Defense Science and Technology, 2016, 37(4): 81-84.
- [4] US Department of Defense. Unmanned systems integrated roadmap 2017—2042[R]. Washington: US Department of Defense, 2018.
- [5] 带你全面了解无人机集群技术[EB/OL]. (2017-09-13)[2018-12-31]. http://www.sohu.com/a/191710582_472897.
Take you a comprehensive understanding of UAS cluster technology [EB/OL]. (2017-09-13)[2018-12-31]. http://www.sohu.com/a/191710582_472897.

- com/a/191710582_472897.
- [6] 郭长庆, 冯爱民. 飞行汽车对当代交通运输体系的影响分析与规划展望[J]. 交通节能与环保, 2018(3): 8-10.
Guo Changqing, Feng Aimin. Impact analysis and planning prospect of flying vehicle on contemporary transportation system [J]. Transportation Energy Conservation and Environmental Protection, 2018(3): 8-10.
- [7] 2018日内瓦车展: 奥迪Pop.Up NEXT飞行车[EB/OL]. (2018-03-07)[2018-12-31]. <http://auto.huanqiu.com/news/2018-03/11646597.html>.
2018 Geneva Motor Show: Audi Pop. Up NEXT flying vehicle [EB/OL]. (2018-03-07)[2018-12-31]. <http://auto.huanqiu.com/news/2018-03/11646597.html>.
- [8] IMT-2020(5G)推进组. 5G无人机应用白皮书[R]. 北京: IMT-2020, 2018.
IMT-2020(5G) propulsion group. 5G UAS application white paper[R]. Beijing: IMT-2020, 2018.
- [9] 何进. 中国电信携手华为完成5G无人机首飞试验[J]. 中国设备工程, 2018, 394(9): 13.
He Jin. China Telecom cooperated with Huawei to complete the first UAS flight test with 5G[J]. China Equipment Engineering, 2018, 394(9): 13.
- [10] AeroVironment公司开发新型变体无人机[EB/OL]. (2018-05-03)[2018-12-31]. <http://www.81UAS.cn/UAS-news/201805/03/35000.html>.
AeroVironment develops new variant UAS[EB/OL]. (2018-05-03)[2018-12-31]. <http://www.81UAS.cn/UAS-news/201805/03/35000.html>.
- [11] 苏黎世大学正在开发一种可变形无人机, 未来将投入到救援工作中[EB/OL]. (2018-12-17)[2018-12-31]. <http://wemedia.ifeng.com/93548011/wemedia.shtml>.
The university of Zurich is developing a deformable UAS, which will be put into rescue work in the future[EB/OL]. (2018-12-17)[2018-12-31]. <http://wemedia.ifeng.com/93548011/wemedia.shtml>.
- [12] Xu H F, He Y, Strobel K L, et al. Flight of an aeroplane with solid-state propulsion[J]. Nature, 2018, 563: 532-535.
- [13] “启明星”太阳能无人机大尺寸技术验证机完成首飞[EB/OL]. (2018-10-30)[2018-12-31]. <http://news.sina.com.cn/o/2018-10-30/doc-ihnaivxq9256030.shtml>.
"Qimingxing" Solar UAS large-scale technology verification aircraft completes its first flight[EB/OL]. (2018-10-30)[2018-12-31]. <http://news.sina.com.cn/o/2018-10-30/doc-ihnaivxq9256030.shtml>.
- [14] DARPA取消XV-24A“雷击”验证机项目[EB/OL]. (2018-05-02)[2018-12-31]. http://www.sohu.com/a/230108695_115926.
DARPA cancels XV-24A "Lightning Shock" Verifier Project [EB/OL]. (2018-05-02)[2018-12-31]. http://www.sohu.com/a/230108695_115926.
- [15] 全球首款吨级货运无人机AT200完成多山地区飞行任务[EB/OL]. (2018-10-26)[2018-12-31]. <http://www.yuchen360.com/news/18759-0-0.html>.
AT200, the world's first tonnage cargo UAS, completes missions in Mountainous Areas[EB/OL]. (2018-10-26)[2018-12-31]. <http://www.yuchen360.com/news/18759-0-0.html>.
- [16] 中国航天与顺丰联合研制运5B货运无人机系统首飞[EB/OL]. (2018-09-28)[2018-12-31]. https://www.sohu.com/a/256646230_797515.
China Aerospace and Shunfeng jointly developed the first flight of the 5B cargo UAS system[EB/OL]. (2018-09-28)[2018-12-31]. https://www.sohu.com/a/256646230_797515.
- [17] 陕西省国防科技工业办公室. 一飞院无人机家族再添新成员 通用型无人运输机“探路星”成功下线[EB/OL]. (2018-05-02)[2018-12-31]. <http://www.sxgfk.gov.cn/site/1/html/0/2/17/3880.htm>.
The Office of National Defense Science in Shanxi Provincial. A new member of the UAS family of Yifeiyuan, universal unmanned transport vehicle "Pathfinder" successfully offline[EB/OL]. (2018-05-02)[2018-12-31]. <http://www.sxgfk.gov.cn/site/1/html/0/2/17/3880.htm>.
- [18] The Association for Unmanned Vehicle Systems International. The economic impact of unmanned aircraft systems integration in the united states report[R]. Virginia: AUUSI, 2013.
- [19] “天空卫士”完成中空长航时无人机首次跨大西洋飞行[EB/OL]. (2018-07-18)[2018-12-31]. <https://xw.qq.com/amphtml/20180718BON4SY00>.
Skyguard, a long-endurance mid-air UAS, completes the first transatlantic flight[EB/OL]. (2018-07-18)[2018-12-31]. <https://xw.qq.com/amphtml/20180718BON4SY00>.
- [20] 美国无人机融入国家空域十年路, 迈出了关键一步[EB/OL]. (2017-11-08)[2018-12-31]. https://www.sohu.com/a/203059576_99964929.
Sohu. The US UAS has taken a key step in its 10-year integration into national airspace[EB/OL]. (2017-11-08)[2018-12-31]. https://www.sohu.com/a/203059576_99964929.
- [21] Balakrishnan K, Polastre J, Jessie Mooberry, et al. Blueprint for the sky: The roadmap for the safe integration of autonomous aircraft[R]. Toulouse: Airbus, 2018.
- [22] ICAO: RPAS operations manual[R]. Geneva: SGS, 2017.
- [23] Antonio Marchetto (EASA). The European UAS regulatory framework[R]. Shenzhen: World UAS Congress, 2018.
- [24] Mike Brown (FAA). Status of the regulatory framework[R]. Montreal: Second Global RPAS Symposium, 2017.
- [25] 印度无人机新规: 外籍人员禁飞无人机[EB/OL]. (2018-08-31)[2018-12-31]. <http://www.81UAS.cn/UAS-news/201808/31/41808.html>.

- Indian new regulation: Foreigners no-fly UAS[EB/OL]. (2018-08-31)[2018-12-31]. <http://www.81UAS.cn/UAS-news/2018-08/31/41808.html>.
- [26] IATA: 支持 ICAO 牵头开发的全球无人机注册系统[EB/OL]. (2018-04-20)[2018-12-31]. <http://www.cannews.com.cn/2018/0420/174313.shtml>.
IATA: Global UAS registration system to support ICAO-led development[EB/OL]. (2018-04-20)[2018-12-31]. <http://www.cannews.com.cn/2018/0420/174313.shtml>.
- [27] 国际标准化组织将发布全球无人机行业第一部标准[EB/OL]. (2018-11-28)[2018-12-15]. <http://www.ccaonline.cn/news/hot/468795.html>.
ISO will issue the first global UAS industry standard[EB/OL]. (2018-11-28)[2018-12-31]. <http://www.ccaonline.cn/news/hot/468795.html>.
- [28] “无人机”国际贸易归类为“会飞的照相机”[EB/OL]. (2018-11-05)[2018-12-31]. <http://www.customs.gov.cn/customs/302249/302425/2071684/index.html>.
"UAS" is classified as "flying camera" by international trade [EB/OL]. (2018-11-05)[2018-12-31]. <http://www.customs.gov.cn/customs/302249/30-425/2071684/index.html>.
- [29] 盘点 2018 年无人机新政逐步完善, 行业难再“任性”[EB/OL]. (2018-11-05)[2018-12-31]. <http://www.yuchen360.com/news/19059-0-4.html>.
Inventory: New deal gradually improved for UAS in 2018, and the industry is no longer "wayward"[EB/OL]. (2018-11-05)[2018-12-31]. <http://www.yuchen360.com/news/19059-0-4.html>.
- [30] 全国人大拟对无人驾驶航空器监管作出立法授权[EB/OL]. (2018-12-27)[2018-12-31]. http://www.sohu.com/a/2849334-59_99940005.
The National People's Congress intends to legislate on the supervision of UAS[EB/OL]. (2018-12-27)[2018-12-31]. http://www.sohu.com/a/284933459_99940005.

Review on frontier hotspots of unmanned aircraft systems in 2018

JIN Wei¹, ZHOU Zhenbo²

1. Ministry of Industry and Information Technology Equipment Industry Development Center, Beijing 100846, China
2. Beijing Yunwuyou Big Data Technology Co., Ltd., Beijing 100070, China

Abstract In 2018, unmanned aircraft systems (UASs) have made a series of progress in terms of technology, products, applications, supervision and others, especially in UAS cluster flight, manned UAS and flying vehicle, UAS and 5G integration, variant UAS, new energy UAS, manned aerial vehicle unmanned, large UAS integration into national airspace, UAS air traffic management system (UTM), UAS safety supervision regulations and policies, etc. These hot spots deserve to be reviewed in this article.

Keywords UAS; cluster flight; UTM; safety supervision ●



(责任编辑 傅雪)