



## 李小光 LI Xiaoguang

国家“千人计划”专家

Expert of Thousand Talents Plan

京东无人机首席科学家

UAV Chief Scientist of JD

南京航空航天大学教授、博导,飞行器系统工程与集成研究中心主任。曾任北京理工大学飞行器工程系讲师、副教授。历任美国通用电气公司飞机引擎公司、美国波音公司、美国诺斯罗普·格鲁门公司等公司的高级/资深工程师、总工程师、项目团队经理等职,参与和主持过波音 737-800 客机、波音 747-8 客货机、波音 787-9 客机等国际领先航空产品项目的设计研发工作。2013 年入选国家“千人计划”特聘专家,在中国商飞作为高级特聘专家从事 C919 国家大型商用飞机的研发工作。2015 年 12 月被聘为南航航空宇航学院国家“千人计划”专家特聘教授,并创办了“飞行器系统工程与集成研究中心”。2018 年 7 月任京东无人机首席科学家,负责京东物流无人机发展规划与研发设计,并带领京东无人机研发团队推动京东空地一体智能物流体系建设。

# 无人机开启空中物流新时代

——访飞行器系统工程与集成专家、京东无人机首席科学家李小光教授

## New Age of UAV Logistics

本刊记者 李丹

**李丹:** 今年 7 月下旬,您开始担任京东无人机首席科学家,你们的关注点是什么?目前采用无人机配送价格昂贵,数倍于人工成本,您怎么看待成本问题?


**李小光:** 京东致力于打造无人机智慧三级物流体系(干线、支线、末

端),像偏远山区、乡镇、农村道路不是特别发达,无人机的使用弥补了人工的不足,打通物流的最后一公里。

任何一个科技产品刚面世时,都会存在成本比较昂贵的问题,电脑的发展就是最好的例子,随着产品的普及,成本随之降低。目前的无人机

更多的还是单件或少量生产,没有规模化、批量化,成本肯定很高,但这是暂时的,从大规模和常态化的运营来看,成本会逐步降低。从德国评估的数据来看,针对日常 80% 的包裹都是不会超过 1kg 的小物件,使用无人机的成本为 3~4 美分/千米,旋翼

类 100kg 以下无人机成本也是能和人工成本相抗衡的,甚至会更低。未来无人机批量化生产,规模化、常态化的运营,人力成本的增加,会使无人机的成本更有竞争力。我们目前并不是特别关注成本,而是产品的应用,实现产品送达性和时效性。时间对物流是非常重要的,无人机能快速实现,对我们来讲,成本略高是能包容的,但是目前增加的成本我们是没有转嫁到客户身上的。

: 为什么说无人机物流体系的建立是市场迫切需要的必然?未来的产业布局和研究重点是什么?

**李小光:** 航空产品向智能化、无人化发展是大势所趋,一是技术的发展;二是社会需求,老龄化导致人员成本增加,且新技术可以有效地规避人为错误,在这种情况下,趋势是不能改变的,我们必须抓住这个趋势不断创新,才不会被时代淘汰。我们的目标是短的 4~6 小时,最长不超过 24 小时实现送达。我们目前拥有 13 万的快递人员,在城市交通比较便利,使用无人机可能会有不便,优势不能突出,但是在乡镇、村庄、山区、边防等末端交通不发达,人工配送效率低、成本高,物流市场需求比较迫切,无人机可以很好地解决这个问题。从军民需求来看,市场都是非常巨大的。我国的边防线很长,我们与很多边防哨所签订了合作协议,为他们提供补给,解决生活必须问题;还有很多类似悬崖村的偏远山区,单靠快递员,一天估计只能送一件,采用无人机只需要十几分钟就能送达;在提供急救物品方面,也发挥着巨大作用。


我们打造的三级无人机智慧物流体系,第一层级是干线无人机,我们要拥有 20~60t 有效载荷,起飞重量超过 100t 的干线无人机,其制造并不比 C919、运 20 等大飞机容易,运 20 最大载荷 66t,最大起飞重量 220t,是军用运输机,随着军民融合

的不断推进,军转民、有人改无人也是努力的方向。第二层级是支线无人机,有效载荷 1~20t。第三层级是末端,主要是旋翼无人机,制造技术相对简单,使用方便、快捷、灵活,因为大型固定翼无人机需要机场、跑道、后勤保障等,旋翼无人机能够垂直起降、自由悬停、控制灵活,尤其适用于偏远地区的物流保障。

我目前负责京东无人机的规划、产品定位、组织架构调整、项目管理、产品推入市场的规模化运营、批量化生产等。根据飞机的类别对无人机研发中心进行了调整,北京无人机研发中心主要负责旋翼类无人机研发,包括多旋翼无人机、单旋翼带尾桨式无人直升机、共轴双旋翼无人直升机,有效载荷从 20kg 到吨级;陕西西安无人机研发中心负责大载荷(上吨级)固定翼无人机研发,有使用机场和后勤保障的价值,降低成本。

京东无人机前景比较广阔,自身就是刚性需求的最大市场,经过两年多的布局,已经具有一定的基础,但是想要实现智慧三级无人机物流体系的运营还需要付出更多的努力。


我们已经在陕西获得了覆盖全省空域无人机物流许可,另外青海、广东、福建、江苏等地的申请也得到许可,拥有 30~100kg 载荷的旋翼无人机的先进产品和核心技术,在打通最后一公里上积极布局,保证常态化的运营。6 月 18 日我们的第一架重型无人机“京鸿”下线,目前在准备地面的各种试验,以满足适航的要求,年底之前会进行首飞。固定翼无人机由于国内的通航机场没有完全开放,配套设施建立不完善等原因适用范围还是受限的。从整个产品布局来看,我们拥有 30kg、100kg 长航时旋翼无人机,同时在联合开发量 200~300kg 有效载荷无人机,固定翼无人机“京鸿”将首飞,1~5t 无人机在方案论证中,20~60t 无人机在寻找战略合作伙伴。

: 应用于不同领域的无人机研发重点不同,请简单为我们介绍一下无人机中涉及的关键技术?

**李小光:** 无人机并不是新生事物,美国“全球鹰”、“捕食者”等在侦查、打击方面充分发挥其优势,得到广泛的应用,国内无人机也得到充分的应用和发展,“彩虹”、“翼龙”甚至出口到其他国家,但是民用领域,尤其是物流行业,近几年才开始尝试和发展。未来科技产品的发展就是无人化、智能化,人工智能的发展将赋予无人机自主识别、自主编队、深度学习、自主判断等功能。

飞控系统是其的核心,前期我们也购买飞控系统,但是缺陷反馈以后不能得到及时地调整,导致我们工作效率低,因此我们研发了一套具有自主知识产权的天马飞控系统,在物流无人机中,我们的飞控系统走在前沿。针对航线规划、导航、远航程、同一航线多架次无人机实现自动识别和编队等都有相应的技术储备。我们已经完成了 16 万 km 飞行距离的配送任务,获得大量的测试数据,充分发挥无人机的时效性,真正应用于生活中。

我们现在解决了无人机长航时问题,坦白说,这个也不是秘密,单靠电池解决不了续航的问题。在气动外形、总体布局上、产品系统集成等方面也使其最优化,遵循最佳实践,将最好的技术应用到产品中去。

: 我们知道,您在南航的研究重点之一是飞行汽车,请简要介绍一下飞行汽车行业的研究现状及您对该项目的规划。

**李小光:** 目前我在南航还有 16 个研究生,包括两个法国留学生,我们团队两年半时间申请了 33 个专利,其中包括 15 个国家发明专利、17 个实用新型专利,还有 1 个外观专利;负责民机电传飞控系统的适航验证以及 C929 起落架试验验证项目,完成工业级无人机样机制造和试飞,针

对飞行汽车作了很多设计和验证工作,采用3D打印完成了产品模型。这些工作基本是围绕着大飞机、无人机来展开的。加盟京东,我比较看重的是京东的应用实践和真实的刚性需求,作为高校老师,会做一些前瞻性的研究,有技术和产品概念,如果能将其转化为科技成果,在市场中得到应用,满足社会需求,作为研究人员是非常自豪的,将研究与市场紧密结合,研究才有价值和意义。


飞行汽车是未来地面汽车与通用航空小飞机结合的创新产品,会开启新的出行方式。吉利收购了美国Terrafugia公司研发飞行汽车,京东目前的产品布局有无人车和无人机,车和机结合解决物流地空一体化是必然需求,所以飞行汽车这个项目不会中断,会持续往前推动。

20世纪60年代,波音就开始研究飞行汽车,现在西雅图波音博物馆中还珍藏着红色的汽车改型的飞行汽车,它的设计原理比较简单,在汽车上增加了固定机翼使其能够飞行。最近几年,无论是美国、欧洲还是中国,飞行汽车的研究都比较火热。吉利飞行汽车将在2019年上市,从发布的产品来看,Transition是对固定翼和折叠翼进行改造,加上汽车的轮子;荷兰公司PAL-V推出了其最终量产版飞行汽车,并开始在其公司网站上接受预订,也将在2019年上市,这款产品外观类似三轮车加上大旋翼。这两家公司在2019年都会量产飞行汽车,改变出行方式已不是梦想。

我们的技术设计还是比较先进的,该设计能够满足道路3m左右的限制,同时对前后左右的人或物体不会产生干扰。若采用大旋翼,对周围产生的影响较大;若采用固定翼,尤其是在道路很拥挤的情况下,折叠翼无法展开,跑道也不能达到起飞要求,实用性会差很多。荷兰推出的飞行汽车在应用上有一定的局限性,价

格约为400万人民币,但可能会赢得一部分小众市场,比如收藏、航空爱好者等。在最初设计阶段就考虑了应用场景、地面和空中的各项法规,满足实用性的需求,才是真正意义的创新产品。

我的研究生的研究项目都在围绕着工业无人机和飞行汽车展开,工业无人机和飞行汽车都是重载荷的飞行器,工业级无人机的升力系统、传动系统、动力系统完全可以引入到飞行汽车中。飞行汽车只是把地面行驶和空中的升力系统结合到一起,如果升力系统通过工业级无人机验证成功,那么与汽车底盘和行驶部分相结合就很容易实现了。基于此,如果工业级无人机能做得很成功,其中60%~70%的技术可以在飞行汽车中实现。这两个产品并不矛盾,是连贯的研究过程。我设计的这款飞行汽车具有双旋翼,基于F-35的双涵道技术,实现Freeman的研制成功至少要3年,因为其中涉及的技术与把固定翼小飞机改造成飞行汽车的原理是完全不同的,需要时间来验证和测试,从原理验证到产品设计都在推进中。样机对资金需求不是特别大,但是从产业化、成本控制、市场化、满足客户的需求、技术成熟度等方面来考虑,投入会比较大,周期也相对较长。吉利的第二代飞行汽车是基于美军的倾转旋翼技术,是军用转为民用,产品推出预计也需要3~5年时间。

: 您参与和主持过波音737-800客机、波音747-8客货机、波音787-9客机等国际领先航空产品项目的设计研发工作。请结合自己的经历,谈谈其中的感触以及对您研发工作的影响。

**李小光:**我个人有多年在企业设计军民用飞行器、国防产品的经验,后来所高校后天马行空地想象各种飞行器,一直想设计一款新型飞行器,但是大型飞机从创新和创业的角

度来看,个人能发挥的空间有限,所以这款巧妙的飞行汽车就诞生了。我们对其原理、升力系统、传动系统、地面和空中采用的动力系统是否共享等都进行了论证。企业需要解决的是现实问题,而高校的研究具有前瞻性、预研性,在创意和概念方面比企业要自由一些,可以大胆想象,我的想法在高校中也被认为难以实现,事实证明只有想不到的,没有做不到的。充分发挥我跨界的优势,购买了6台航空发动机用于试验研究,所以400~600kg级双发无人机试飞成功,第二代也在推进过程中。

我在美国普渡大学获得航空发动机博士学位,我们实验室旁边就放着F-15的发动机。从空气动力学、流体力学计算到固体结构的耦合,再到引擎性能参数计算,这不是依靠数学模型是否准确,而是要靠事实说话。我们会根据发动机实际测试数据,再返回去修改数学模型。美国高校比我们更接近实际情况,试验设施也是采用真正的产品。美国高校的老师一半以上来自政府、大型企业,了解市场和企业的真正需求,才能真正地实现产学研的一体化。目前国内也做了很多尝试,引进企业的总师、副总师在高校中担任教授,这对实现产学研的融合是有益的。人才的引进不单纯是带来技术和经验,也确实给企业和高校带来一些新的理念,比如跨部门、跨学科的合作。我在南航组建的“飞行器系统工程与集成研究中心”就和研究机器人、直升机、气动、复合材料、结构优化、飞控系统等领域的老师有合作,我的研发不是单纯地在系统工程领域做自己的研究,而是进行了各学科的融合,经常进行深入的探讨。一个好的创新产品,一定拥有跨学科、跨部门联合的研发团队,所以在有限的经费下工业级无人机试飞成功都得益于这些经验。

(责编 逸飞)