

森林火灾对空中灭火装备研制的



波音747飞机被改装成了巨无霸空中灭火机。



俄罗斯别-20。



乌克兰安-32。

全球的火灾季节正在延长，发生地区在增加，全球火情变得空前活跃。美国林业部发布的数据显示，美国森林火灾每年摧毁的面积是30年前的2倍，火灾季节比1970年延长了78天。加拿大森林覆盖率较高，山区森林火灾并不稀奇，大火所在的艾伯塔省在2015年的5月以来就发生了330起森林火灾，是往年平均数的两倍多。

使用飞机进行空中灭火被公认为是最有效的灭火方法，相对于地面灭火而言，飞机灭火速度快、更易于接近火场以及更便于对火情的发展进行空中侦察和监测，



CL-415灭火飞机。



波音的DC-10-10灭火型运输机。



俄罗斯伊尔-76灭火飞机。

灭火飞机的研制和开发受到世界各森林大国的重视和关注。

航空灭火发展历程

飞机用于森林灭火始于1919年，第一架用于森林火灾侦察的飞机是一战的

JN-40和DH-4型飞机，仅在1919年这一年就有十几架飞机用于空中森林巡护，巡视从Lassen山区到墨西哥边境的加利福尼亚地区的森林，当年就发现550起火灾，从此，飞机成为了森林火灾巡护的主力。有记载的使用飞机灭火则是在1921年，而首次使用飞机在空中投水灭火则是在1930年，一架三发飞机在火场上空投下一个装满水的木制啤酒桶，在1944年，美国飞行员Carl Crossley在他驾驶的KR-34型飞机座舱的前部安装了一个45加仑的水箱，在森林火场上空实施投水。直到20世纪50年代，二次世界大战和朝鲜战争后淘汰下来的军用飞机由于飞机本身的设计上具有侦察、投弹功能，且机动特性良好，能满足森林灭火的森林巡护和空中投水的技术要求，将军用飞机改装成灭火飞机成为二战后退役军用飞机的一大用途，也是森林航空灭火飞机的主要机型，主要使用和改装二战后退役的PT-17和N3N军用双翼飞机。然而，随着灭火的使用，二战时期的军用飞机逐渐破旧，性能下降，飞机的维护问题凸显，而更多现代化的军用飞机如洛克希德P-3“猎户座”和C-130“大力士”成为灭火飞机的主力机型。除了军用飞机以外，大型的商用飞机如道格拉斯DC-6、DC-7，马丁Mars，以及俄罗斯的伊尔-76也被改装成为灭火飞机。被改装的直升机如西科斯基“黑鹰”也频繁地出现在森林火灾中，特别是从火场救出灭火人员和受伤者，以及在较小的火情下投水和化学灭火剂灭火，进行火场的扫尾工作等。

将固定翼飞机和直升机改装为灭火飞机是世界各国发展空中消防力量的通常做法，而首要专为灭火而设计的飞机是加拿大庞巴迪宇航公司的水陆两栖灭火飞机CL-215/415，已成为加拿大和法国森林火灾探测和灭火的主力机型，它还可以兼做海上救援使用，广泛应用于加拿大、法国、希腊、意大利等国。CL-215的投水高度30米，水箱安装在机腹，载水量4.5吨，可在水面汲水和在机场注水。CL-415是在CL-215的基础上改进了发动机和航电设备，可在火区上空恶劣的天气飞行，并可在有浪的海面汲水。CL-415载水6吨，投水速度110节，投水高度为30米。俄罗斯的别-200是一款灭火救援用途两发涡扇飞机，主要在俄罗斯本国使用，1998年首飞，取得了俄罗斯灭火飞机证书，飞机在水面用14秒的时间可汲水12吨，最小投水速度220千米/时，投水时间0.8~1.0秒，一次满油可投水310吨。日本在20世纪70年代研制的US-1飞机是一款性能很好的水陆两栖飞机，改进型US-2飞机正在进行灭火型改进，最大载水量达到12吨，但未见进展的相关报道。2017年12月24日，我国大型水陆两栖灭火飞机AG600已完成首飞。AG600飞机最大载水量12吨，可在12秒内汲满，投水高度50米，一次满油可投水370吨左右。

大型灭火飞机的研制成为欧美国家灭火飞机发展的趋势，目前正在使用DC-10，也称之谓Tanker 910，可载水45360升，单次出动的洒水面积可达15米×1600米，在最近美国的几场大火中表现不错。俄罗斯的伊尔-76大型运输机改装的灭火飞机，可载近50000升阻燃剂，和美国的DC-10差不多，主要用于对付大面积的火场扑灭。该机除了在俄罗斯的灭火行动中大展身手外，还曾参加过希腊、澳大利亚等国的大型灭火行动。由波音747客机改装的灭火飞机，称为超级灭火飞机，是目前使用的最大的灭火飞机，可以运载80吨水或者77600升阻燃剂进行灭火作业，一次洒水可覆盖3英里长的火场，相当于普通消防飞机的16倍。改装者认为，超大的载水量可在灭火过程中节省时间和成本，一次载水可在多个火点投放，灭火效能更高。

除了民用飞机通过改装用于灭火，紧急调用军用飞机支援森林灭火任务也是各国的普遍做法。大型军用飞机作为灭火资源的一种保护方式。如美国将陆军和海军直升机用于灭火已经很多年了。虽然军用固定翼运输机用于灭火不是其主要任务，但飞机加装投水系统并对其飞行员进行投水训练一直是各国军队开展的一项任务。军用运输飞机成为灭火和人道主义任务的补充力量，通常这些军用飞机的载水量比民用灭火飞机大很多，可直接用于扑灭火灾和构筑防火线。民用大型灭火飞机通常是民用运输飞机改装而成，内装固定式水箱，这和军用飞机不同，军用飞机后部开门，方便投水系统拆装。

我国森林防护措施

我国的森林消防上采用民用和森林武警结合的形式，森林武警主要机型是直8改装的灭火直升机，该机配有加拿大生产的BB7590型消防吊桶，最大载水量3吨，可在水深2.5米以上的水源点进行取水，以160千米/时的速度飞往火场上空进行灭火作业。在3小时续航时段里，如从距离火场50千米的水源取水，可洒水30余吨。

在1987年5月的那场大兴安岭森林火灾之后，我国也曾将水轰5飞机改装为森林消防飞机，填补了我国水上飞机森林灭火的技术空白。该机机舱内安装的水箱容积为8.3立方米，可在10~15秒灌满，而其投水时间为1~1.5秒，投水面积为200×20平方米，平均投水厚度为1.5毫米，可对付很多大火灾，后来在黄岛油库火灾中发挥了作用。

东北航空护林是我国开展航空护林最早、发展最完善、开展项目最多的林区，现每年春秋火险季节投入航护飞机，开展空中巡逻、火场侦察、空投火药、抛撒传单、空投空运、火场急救、火场服务、伞降灭火、机降灭火、索降灭火、吊桶灭火、机腹水箱灭火、化学机群灭火、投弹灭火

等10多项防扑火业务，特别是直接扑火项目的开展更是充分发挥了空中优势。

西南航空护林总站从1985年恢复至今，已先后建成百色、思茅、成都、西昌、保山、丽江6个航空护林站和道孚直升机起降场。6个航站先后使用民航和部队运5、运12、米-8、贝尔212、直9、“黑鹰”、米-171等10余种机型，在航空直接灭火方面已经积累了一定的经验。

据有关部门统计，如果我国发生类似加拿大艾伯塔省这样的森林大火，全国可调动的能用于航空灭火的航空器只有30多架。鲜明的数字对比显示了我国森林航空消防与国际先进水平的巨大差距。当前，航空灭火已经成为国际森林防火的发展趋势，也是衡量一个国家森林防火水平的重要标志。世界发达国家都将大型消防飞机作为“有备无患”的战略储备，如美国将大型军用运输机改装为灭火飞机，以及波音747飞机改装成超级灭火飞机，日本也有意将US-2飞机改装为灭火飞机，都显示了大型航空灭火装备在森林火灾中的威力。我国研制的AG600飞机是我国现役灭火飞机中的大型飞机，将填补我国缺少大型灭火飞机的空白。

我国的森林研究学者根据森林燃烧理论，结合植物区划和年降水量分布等，将我国森林划分为3个火险等级和4个火险区，我国东北和西南各有一个一级重点火险区，和各有一个二级火险区，根据不完全统计，这四个区的火灾次数占到全国火灾总次数的90%以上。在东北林区，加格达奇和根河这两个护林站是大兴安岭林区的主要防护力量，两机场相距大约200千米，覆盖林区的范围达到了近400千米，应在两机场配置数量较多的灭火飞机，便于发生重大森林火灾时迅速组成灭火机群。海拉尔在大兴安岭林区边缘，附近水源也较丰富，故在海拉尔也配置一定数量大型灭火飞机，即可满足高风险时段的灭火要求。西南林区每年的火灾次数占全国森林火灾发生总次数的80%以上，发生重大火灾的次数多集中区域面积为35.6×104平方公里，此区域内有4个机场（迪庆、西昌、思茅、巫家坝）满足大型飞机起降条件，机场覆盖范围为180千米，水源距离火场大约在40千米。建议在这4个机场有选择性地配置大型灭火飞机，一旦发生重大火灾，快速集结到火场附近的机场，组成灭火机群，向火场进行投水灭火作业。

就目前来看，加快推进森林航空消防事业发展已经成为补足我国森林防火“短板”的当务之急，建议国家继续加大规模投入，大力增加森林航空消防飞机数量，尤其是购置一定规模的超大型灭火飞机基础上适当装备一批中型大型灭火飞机，打造一定的规模数量来改善当前的不利局面。同时，还应加强航空护林通用机场和取水场地等基础及保障设施的建设，充分发挥航空护林的巨大优势，才能做到未雨绸缪。（李明培 黄领才）

美国“空中飞的”项目获1亿美元融资

美国城市空运垂直起降飞行器创新企业Joby航空成功通过B轮融资获得1亿美元，为其5座电动垂直起降空中出租车（eVTOL）的预生产和通过修订的FAA 23部认证奠定了基础。

如今，资本市场正在从私人航天领域的成功向无人机领域扩张。新的风险投资正在走进城市空运市场以及相关的领域，比如电推进和自动化系统。这是存在风险的，但是受到SpaceX成功的鼓励，以及包括波音和空客在内的大企业对空中出租车投资的影响，投资者们看到了在这个新兴领域获得丰厚回报的潜力。

美国低成本航空捷蓝航空、日本丰田集团、英特尔集团的风险投资部门，以及EDBI（一家投资移动性、机器人和人工智能的新加坡公司）等共同向Joby航空投资1亿美元，以支持后者将其5座的eVTOL通过认证。这是目前为止空中出租车领域获得的最大一笔融资，这笔资金使得Joby航空的总融资规模达到1.3亿美元。2017年9月，德国百合航空在腾讯领投的B轮融资中获得9000万美元，总融资规模达到1亿美元；2017年8月，汽车制造商戴姆勒集团向德国多旋翼私人飞行器制造商Volocopter投资3000万美元。

Joby航空目前的eVTOL研发进展相比大多数公司是快速的。该公司成立于2009年，公司总部位于加州圣克鲁兹。公司已经对其全尺寸eVTOL进行了1年左右的试飞。相比之下，德国百合航空2017年4月刚首飞了其初始的2座样机，验证了涵道推进系统，2019年才计划试飞其5座的eVTOL；德国Volocopter公司的18旋翼2座飞行器2016年进行了载人飞行，2017年晚些时候开始在迪拜进行载客测试。

Joby航空CEO乔本·贝维尔特表示，全尺寸eVTOL一年来的表现“引人注目”，这是公司10年来技术攻关的结果，“我们已经做好准备将其商业化”。贝维尔特并未披露Joby的商业

化原型机，但业界认为就是6倾转旋翼的S4。贝维尔特只表示公司优先考虑的是安全性、低噪声和经济性，分布式电推进使得该机在丧失一个旋翼的动力时也不影响飞行。据悉，Joby航空最初在2015年推出了2座级S2飞机采用了12倾转/折叠旋翼提供升力，在机翼和尾翼梢部再增加4个推进桨提供推力。而现在的设计转向了6倾转旋翼的S4。据较早向Joby投资的品趣志联合创始人保罗·斯艾拉介绍，S4的飞行速度比直升机快，能够单次充电飞行150英里。小型、高效的直升机飞行25英里需要消耗40美元燃油，而S4飞行同样的距离只需要2美元。

从城市空运市场来看，风险投资不只是投向了私人飞行器制造企业，也在向使能技术开发商倾斜。2017年4月，波音成立了风险投资部门HorizonX，该部门到目前为止已经投资了近地自动化公司（一家开发自主飞行器感知系统的开发商）和Cuberg（该公司正在开发能量密度是锂离子电池2倍的锂离子电池）。电池和传感器是城市空运和自主空中出租车的核心技术，波音新购买的极光飞行科学公司将支持波音对eVTOL的投资，同时波音的内部研发项目，例如，1月刚公布的无人货运飞机也将有助于波音在eVTOL市场的布局。像波音一样的行业巨头对城市空运的投资对支持者是一个巨大的鼓舞，他们正在研究能够满足航空性能和安全要求的使能技术。

截至目前，航空界已经能够利用汽车工业的先进技术，但是全电动汽车

的里程已经达到1次充电400英里，它对电池的开发重点正在从提高能量密度转向提高充电速度和循环次数。eVTOL市场需要快速充电，但是也需要更高的能量密度。更高的能量密集型化学电池，比如锂金属、固态电池等正在商业化的进程中，但仍需要证明其安全性。

直接投资并不是推动eVTOL市场前进的唯一方式。叫车服务提供商优步公司在推动城市空中出租车方面扮演了关键角色，该公司已经提出了“升降（Elevate）”城市空运计划，并将在2020年开始实验飞行。虽然优步没有投资空中出租车制造商，但它正在建立内部团队帮助他们。这些团队正在解决所有制造商面临的潜在问题，比如缺少可行的eVTOL设计、分析和优化工具，城市空运集成、起降点设计和地面基础设施，以及最小化公众噪音的工具和技术（噪音被认为是城市空运必须克服的关键挑战之一）。

另一个问题是安全，优步1月份聘请了特斯拉公司负责电池组开发的负责人塞丽娜·米科拉兹卡同先进电池开发商一同研究能够满足航空性能和安全要求的电池设计和生产。这和波音投资Cuberg的事件一样，表明工业界希望把电动飞机电池存储市场把握在自己手中。（王元元）



Joby航空2015年公布的S2飞机，该机在机翼和尾翼上共安装了12个倾转旋翼，在机翼和尾翼翼梢安装了4个推进桨。

空客大数据计划将提供直升机减速器故障早期预警



日前，空客直升机公司正在探索扩展其健康使用监控系统（HUMS）应用范围和能力的可能性，使之能够用于对直升机传动系统部件潜在问题的早期探测。简单来说，就是直升机HUMS在机架上诸如主、尾减速器等动系统上的关键位置布置一系列加速度计，用来监控相应部位的振动水平变化情况，从而提供潜在问题的重要早期预警。

这个内部研究项目是空客直升机公司在2016年4月一架H225于那

威发生致命性坠毁事件后启动的一系列工程研究的一个子项目。空客和挪威的调查人员在经过调查分析后认为，此次事故极有可能是由于主减速器内部1个行星齿轮（共8个行星齿轮）的外圈碎裂造成的。事故发生时，该行星齿轮上的裂纹不断扩展，最终使其在两个齿间断裂，并与恒星齿轮的一个齿发生碰撞，随后主减速器在主旋翼惯性带动下从顶部折断，造成主旋翼和主桨叶与机体分离。与大部分其他系统不同，传统构型直升机的减速器不能通过增加冗余度来避免故障，只能加强监控和故障预警来降低故障风险。正是基于上述结论，空客直升机公司启动了这项研究工作。但由于齿轮在运转、大量零件同时相互啮合、转速随着任务和环境而随时改变等因素，尝试探测减速器内部的潜在问题是一个巨大的挑战。

作为这项工作的一部分，空客对

H225减速器进行了静态试验台评估，通过加装感应设备，观察部件上预制造退化的演变过程，并在此基础上开发出了新一代传感器。新传感器集合了先进算法和数据处理系统，能够探测更大的频率带宽。经过地面测试和飞行试验，新传感器已经采用不同算法获取到了大量新数据，在支持对算法进行持续调整的同时，也验证了这些算法跟踪退化演变的能力，显示了这套系统能够提供部件退化的准确早期预警。

为了加快研究进度，空客直升机公司正在与H225运营商们合作，计划在10架用户机上安装这种传感器，更快地建立起不同使用环境下的数据库，帮助工程师更好地理解主减速器正常的工作状态和寻找最佳的传感器布置位置，对算法进行优化调整。为此，该公司正在建设一个数据中心用于采集这些直升机的测试数据。这10架H225将在未来的数月内提供主减速器运行数据。（褚永永）

NASA混合电推进技术将聚焦超导电机开发

NASA在2019财年预算中为先进飞行器计划（AAVP）申请了2.31亿美元。目标包括为5~10兆瓦商用飞机混合电推进系统开发可行的概念，重点聚焦超导电机的开发。

NASA 2019财年的计划包括在NEAT（NASA电推进飞机试验台）试验台上测试兆瓦级的动力系统，将其作为STAR-ABL（带后翼附面层抽吸的单通道涡轮电推进飞机）概念的2.6兆瓦电力系统的简化缩比验证。STAR-ABL概念采用分布式涡轮电推进构型，机翼下方安装的2台涡扇发动机除了提供大部分的推力

外，还产生电力驱动机身尾部安装的风扇提供剩余推力，而风扇对机身低速附面层的抽吸使得全机阻力有所降低。

2019年，NASA还将继续推进X-57麦克斯韦电推进验证机的研究，计划通过将通用飞机的活塞发动机替换为电动机和电池来验证整体的能量需求降低3倍的能力。X-57第二阶段构型（活塞发动机原位替换）将于2018年首飞。2019年将试飞X-57第三阶段构型（一个新的低阻、大展弦比机翼，翼梢安装电机）。

NASA 2019财年其他的里程碑

还包括波音更高速度（Ma0.78）巡航的跨声速桁架式支撑机翼（TTBW）将进行风洞试验。先前的研究主要针对较低巡航速度进行优化。（元元）

