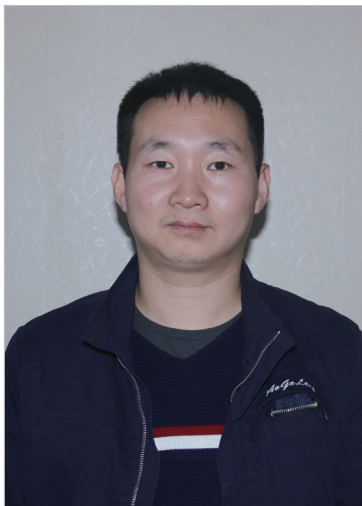


基于美军研发状况的大型无人直升机研制途径分析

Analysis of the Research Approach Based on the Research Situation of the Large Unmanned Helicopter of U.S. Army

陆军航空兵学院陆航无人机研究中心 熊伟 欧白羽 张振
陆军航空兵学院航空机械工程系 吴冠桢 刘浩



熊伟

硕士,毕业于国防科技大学机械电子工程专业,现为陆军航空兵学院陆航无人机研究中心讲师,研究方向为无人机平台设计、无人机发射与回收技术。

近年来,美军大型无人直升机得到了快速发展。基于美军大型无人直升机的发展现状,对大型无人直升机的两种研制途径进行了对比分析,并结合我国实际情况,给出了发展大型无人直升机的建议。

DOI:10.16080/j.issn1671-833x.2015.23/24.030

来受到了美军的高度重视^[1-2]。本文基于美军大型无人直升机的发展现状,对大型无人直升机的研制途径进行了对比分析,并对我国大型无人直升机的研制提出了建议。

美军大型无人直升机发展现状

美军大型无人直升机主要包括已经装备的和正在研制的。已经装备的大型无人直升机包括MQ-8B、MQ-8C、K-MAX;正在研制的包括A160T、H-6U、“黑鹰”无人直升机等。

(1)MQ-8B。

1999年,美国海军提出了“垂直起降战术无人机”(VTUAV)计划;2000年,美国格鲁门公司获得了这一合同,并在施韦策S330SP型有人驾驶直升机上进行无人化改装,改装

后的型号称为RQ-8A无人直升机^[3]。后来,格鲁门公司对RQ-8A进行了改进,提高了起飞重量和有效载荷,换装新的发动机,旋翼桨叶由3片改为4片,从而成为具有侦察、攻击和补给能力的多用途无人直升机,因而改名为MQ-8B。2006年,MQ-8B首飞,2007年,美国海军首次采购MQ-8B。至2012年,美国海军共采购了约44架MQ-8B。MQ-8B机身长7.3m,旋翼直径8.4m,最大起飞重量1429kg,有效载荷136kg,巡航速度157km/h,续航时间约7.75h,最大航程1103km,实用升限3800m。

(2)MQ-8C。

2010年,格鲁门公司决定将MQ-8B的基本平台从施韦策330SP直升机改为贝尔407直升机,加大机体尺寸、提升续航时间和任务装载能

根据起飞重量进行分类,一般100kg以下为小型无人直升机,100~500kg为轻型无人直升机,500~1000kg为中型无人直升机,而1000kg以上为大型无人直升机。与小型、轻型和中型无人直升机相比,大型无人直升机虽然具有研制难度大、成本高、周期长等缺点,但是由于其有效载荷大、执行任务能力强等优点,近年

力,以满足美国海军特种作战中更多海基情报、监视和侦察(ISR)能力的紧急要求,该型无人直升机的公司编号为 Fire-X。2011年1月,Fire-X验证机成功首飞。2013年10月,由 Fire-X 定型而来的 MQ-8C^[4](军方编号)实现首飞。到2014年,美国海军已购买了12架MQ-8C。MQ-8C机身長12.6m,旋翼直径10.7m,最大起飞重量2720kg,有效载荷(内载)226kg,最大吊挂载荷1200kg,最大速度250 km/h,最大续航时间14h,最大航程2272km,实用升限4877m。

(3) K-MAX。

2007年,洛马公司与卡曼公司签署了合作协议,决定以K-MAX有人驾驶直升机为基础,联合发展一种可选有人/无人模式(OPV)直升机,其目标是解决美军在阿富汗面临的后勤补给难题:运输成本高、连续补给困难、直升机运输人员伤亡风险高等。该无人直升机采用无人驾驶模式时,可通过飞控系统按照任务计划自主飞行,也可以由飞行员进行操纵飞行。2011~2012年,K-MAX的无人货运能力在阿富汗战场得到了实际验证,取得了良好的效果^[5]。K-MAX机身長15.9m,旋翼直径14.7m,最大起飞重量(有外挂时)5266kg,最大吊挂载荷2700kg,最大速度185km/h,最大航程1852km,实用升限(起飞重量2721kg时)7620m。

(4) A160T。

A160T是A160换装PW207D涡轮轴发动机的改进型号,也是美军目前唯一全新研制的大型无人直升机。A160T采用了流线形机身,不仅具有很小的阻力,而且结构重量较轻。加上采用了“最佳转速旋翼”(ORS)这一先进技术,可以根据实际飞行状态的需要及时改变旋翼转速,调整发动机功率,从而减少油耗,降低噪音,由此增加了航程,延长了续航时间,试验表明续航时间高达18h

以上^[6]。而其后续改装型不仅能够执行情报、监视和侦察(ISR)任务,还能完成战场补给和攻击任务。然而,自2002年至2010年,A160及A160T在试验中至少发生了6起坠毁事故,其中一起是由于飞行控制传感器失效导致的,其他

几起坠毁事故的原因尚不得而知。故而到目前为止,除了用于验证试验以外,尚未有关于A160T定型的消息。A160T机身長10.6m,旋翼直径11m,最大起飞重量2950kg,有效载荷860kg,最大速度260km/h,续航时间超过18h,实用升限(携带455kg载荷)6100m。

(5) H-6U。

H-6U无人直升机(绰号“无人小鸟”)是波音公司于2003年10月根据MD-530F有人直升机改装而成的大型无人直升机,2004年首飞。该机可选择无人或有人驾驶飞行方式,目前尚未列装。H-6U机身長7.5m,旋翼直径8.3m,最大起飞重量1700kg,有效载荷(内载)684kg,有效载荷(外挂)979kg,最大速度282km/h,航程381km,续航时间(携带455kg有效载荷)6~8h,实用升限5700m。

(6) “黑鹰”无人直升机。

2010年初,美国西科斯基公司宣布投资10亿美元用于美军下一代飞行器的创新项目,其重点则是将现有的“黑鹰”直升机改装为可选OPV模式的大型无人直升机。2014年4月,“黑鹰”无人直升机在西科斯基公司试飞中心完成了首次试飞。根据该公司的计划,“黑鹰”无人直升机将在2015年正式推出,但目前尚无明确消息。“黑鹰”无人直升机的具体性能参数尚无准确数据,这里仅列出“黑鹰”有人驾驶直升机的



相关数据:机身長15.26m,旋翼直径16.36m,最大起飞重量9980kg,有效载荷(吊挂)4080kg,巡航速度269km/h,航程600km,续航时间2.3h,实用升限5790m。

美军大型无人直升机研制途径的对比分析

从美军大型无人直升机的发展现状可以看出,美军大型无人直升机的研制途径主要分为两种:一是以有人驾驶直升机为基础的无人化改装,如MQ-8B、MQ-8C、K-MAX、H-6U、“黑鹰”无人直升机等;二是全新设计无人直升机,如A160T。到目前为止,美军唯有A160T是全新设计的大型无人直升机型号。

1 对有人直升机进行无人化改装

面对大型无人直升机的需求,在有人直升机的基础上进行无人化改装具有很多优点,这也是美军现有的大型无人直升机大多采用这一研制方式的原因。其主要优点表现在以下几个方面。

(1) 平台技术成熟可靠,研制风险较小。

以有人直升机为平台进行无人化改装,可以在现有的多种有人直升机型号中选择技术稳定可靠的直升机进行改装,从而极大地降低研制风险。比如,MQ-8B的原型是施韦策S330SP型民用直升机,已经向世界各国供应数千架,技术成熟可靠。

再比如, MQ-8C 的原型贝尔 407 直升机, K-MAX 无人直升机的原型 K-MAX 运输直升机, H-6U 的原型 MD-530F 直升机, 无人“黑鹰”直升机的原型“黑鹰”运输直升机等, 均是在军民用领域得到广泛使用的直升机型号, 生产数量多, 其可靠性得到了时间的检验。以这些成熟的直升机为基础进行改装, 一般不需要对总体和气动布局进行大的更改, 对 3 大动部件的更改也很小, 从而极大地降低了研制风险。

(2) 改装难度小, 缩短了研制时间, 降低了研制费用。

以有人直升机为平台进行无人化改装, 通常不会对机体结构进行大的改动, 因而改装难度小, 从而缩短研制时间, 降低研制费用。比如, MQ-8B 对施韦策 S330SP 型民用直升机保留了主体结构 and 发动机, 其主要改装是: 取消原有的驾驶员舱门, 改为封闭式结构, 提高了机身的流线性; 机身两侧增加短翼, 座舱内加装油箱, 机头下部加装半球形探测器舱等。MQ-8C 保留了贝尔 407 直升机的主体结构和发动机, K-MAX、MD-530F、“黑鹰”直升机等在机体方面的改装都很小。由于上述改装难度小, 因而从无人直升机开始研制, 直至首飞的时间都很短。比如, MQ-8B 从改装到首飞约用时 1 年, MQ-8C 从改装到首飞不到 8 个月, K-MAX 从改装到首飞约 15 个月等, 均远远小于 A160 无人直升机从研制到首飞的 4 年时间。如果再考虑从研制到列装的时间, MQ-8B、MQ-8C、K-MAX 等均已列装, 而 A160T (包括 A160) 自 1998 年研制至今, 由于飞行试验中事故频出, 尚未定型生产。由此可见, 采用有人直升机无人化改装的方式可以极大地缩短研制时间, 也必然降低了很多研制费用。

(3) 便于设置可选有人/无人模式(OPV), 提高无人直升机执行任务的灵活性。

K-MAX 直升机在进行无人化改装时, 保留了一套原有的机械操纵系统, 实现了有人/无人模式(OPV)的自由选择。实践证明, 这种模式具有重要的现实意义, 取得了明显的效果。根据 K-MAX 无人

直升机在阿富汗的实践情况, 大部分情况下都采用无人驾驶模式以减少人员伤亡和缓解飞行员的疲劳, 选择有人驾驶模式主要有两种情况: 一是地形地貌复杂, 特别是气流环境恶劣时, 由有经验的飞行员实行人工操纵, 可以降低无人直升机的坠毁风险; 二是运输人员时, 出于人的心理因素以及人道主义原则, 美军规定这种情况下必须由飞行员进行有人操纵。通过无人驾驶与有人驾驶相结合, K-MAX 无人直升机顺利完成了在阿富汗的各种补给任务。K-MAX 无人直升机的实践表明, 选择有人直升机进行无人化改装, 便于设置可选有人/无人模式, 其改装难度不大, 却可以提高无人直升机执行任务的灵活性。西科斯基公司正在研制的“黑鹰”无人直升机也采用了可选有人/无人模式, 正是出于同样的考虑。

2 全新研制无人直升机

全新研制大型无人直升机优点主要表现在以下方面。

(1) 可充分融合各种先进技术, 提高性能。

基于有人直升机进行无人化改装时, 由于有人直升机往往是服役多年的直升机, 其技术水平往往落后于现有的先进技术, 也难以集成先进技术。而全新研制无人直升机没有这种限制。设计者在设计无人直升机平台时可充分考虑现有的先进技术,



能够根据需要最大程度地把这些先进技术融入无人直升机的设计之中。以此为基础, 所设计的无人直升机平台必然是当前最先进或比较先进的。因而全新研制的无人直升机往往具备比较优异的性能, 从而在执行各种任务时具备相应的优势。比如, 全新研制的 A160T 无人直升机, 创新性地采用了“最佳转速旋翼”(ORS) 这一先进技术, 从而使续航时间高达 18h, 而其他通过有人直升机改装的大型无人直升机都与之相差甚远。

(2) 结构紧凑, 重量轻, 有效载荷较大。

通常, 设计者在设计有人直升机时, 必须考虑飞行员座椅的安装、飞行员操纵机构的设置、保护飞行员所必需的抗坠毁措施, 提高飞行员舒适性所需要的空调系统等。此外, 由于飞行员本身的生理极限, 设计有人直升机时还需要考虑控制直升机的整体过载水平。全新研制无人直升机时, 不会受到原有直升机平台的限制, 在无人驾驶模式下, 以上问题都不必考虑在内。设计者可以根据当前的技术和工艺水平, 设计出结构更加紧凑、外形更加具有流线型的无人直升机, 从而提高无人直升机的性能。比如, 从 A160T 无人直升机的机身外形可以看出, 由于不需要飞行员相关的设备设施, 该机机身结构非常紧凑, 整个机身呈现出极为流畅的

流线型,从而极大地减小了前飞时的阻力。再加上可收放起落架的设计,在2008年的一次试飞中,该机巡航速度已经超过了260km/h,最大飞行速度预计在300km/h以上。此外,由于该机机身结构紧凑,而且采用了先进的碳纤维复合材料,机身结构的重量很轻,因而在空重仅为1045kg的情况下,却能携带1045kg的燃油和860kg的有效载荷,重量效率高达2.8,远远超过其他大型无人直升机。

(3)可针对任务进行“量身订制”,获得极高的任务执行能力。

全新研制无人直升机时,在设计之前就能够充分考虑该无人直升机的主要作战任务,以及将来可能扩展的任务,从而针对主要任务进行“量身订制”,并适当考虑任务扩展的可能性,在设计时预留相应的接口或在结构上进行相应的设计,由此获得极高的任务执行能力。比如,A160T最初的设计目标是满足美国国防部先进研究项目局(DARPA)提出的长航时旋翼无人机的要求,主要执行ISR任务。为此,设计者除了采用OSR旋翼技术和流线型机身减小功率消耗以外,还专门为其主要任务量身定制了3种传感器,包括“森林人”大型合成孔径雷达、“百眼巨人”雷达和“可负担的自适应保形ESA”雷达^[6],A160T因而具有了极强的ISR能力。除了执行ISR任务以外,在设计之初,设计者就考虑到A160T可能会将任务范围扩大到战场补给,因而在机身底部预置了加装载荷吊舱的结构,并在2007年9月进行了带载荷吊舱飞行的试验,证明其具备了战场补给的任务能力。此外,2008年1月波音完成了A160T武装型的改装工作,其机身两侧的短翼可以各挂载4枚AGM-114“海尔法”空地导弹。由于事先对A160T可能会执行攻击任务也有所考虑,波音公司在A160T的设计中把机身两侧加装短翼和武器挂架的情况纳入研究内容之中,因

而这一改装过程十分迅速。由此,A160T已经具备了多任务执行能力。

总的来说,以上两种研制大型无人直升机的方法各有优劣,前者研制风险小、周期短、费用低,其OPV模式执行任务灵活,但同时也很难超越原有的直升机性能;后者结构紧凑、有效载荷大、易于吸收先进技术,具有优异的性能和强大的多任务能力,但也具有研制风险高、周期长、费用多等缺点。

关于我国研制大型无人直升机的建议

与美军相比,我国无人直升机的发展相对落后。虽然到目前为止尚未有无人直升机型号装备部队,但是发展我国掌握自主知识产权的大型无人直升机势在必行。借鉴美军大型无人直升机的发展经验,结合我国直升机工业的实际情况,本文提出了关于我国研制大型无人直升机的建议。

(1)基于现有的有人直升机进行无人化改造,发展大型无人直升机更具有可行性。

与美国相比,我国的直升机工业还有很大差距,尤其是在直升机的总体设计、创新等方面还存在很大的不足之处,真正独立自主地设计新型有人驾驶直升机尚属勉强。而全新研制一款大型无人直升机相当于全新设计新的直升机,对于我国来说难度和风险很大,波音A160T至今尚未定型就是很好的教训。

因此,从我国掌握自主知识产权的有人驾驶直升机中,选择技术成熟的型号(比如直-9直升机等)进行无人化改造,作为发展我国大型无人直升机的起步更具有可行性。采用这种方法,可以极大地降低技术风险,缩短研制周期,以最短的时间满足当前的军事需求。

(2)待直升机设计水平成熟、直升机技术水平提高后,再全新研制大型无人直升机。

全新研制大型无人直升机具有性能优异、执行任务能力强等优点,将来必然是我国大型无人直升机的重要研制方式。因此,可以待我国直升机设计水平发展成熟,直升机相关技术(如新型材料、信息技术、控制技术)提高到一定水平以后,再结合有人直升机无人化改造的成功经验,此时全新研制大型无人直升机才能把风险控制可在可接受的范围之内。

结束语

大型无人直升机由于有效载荷大,能够根据任务需要加载多种不同的任务设备,相比中小型无人直升机具有更高的军事价值。从美军大型无人直升机的发展现状也不难看出,美军极为重视大型无人直升机的发展,不仅已经装备MQ-8B、MQ-8C、K-MAX等大型无人直升机,而且在不久的将来,A160T、“黑鹰”无人直升机等必将进入装备行列,从而极大地丰富美军无人直升机的型谱。借鉴美军大型无人直升机的发展经验,根据我国直升机工业的发展现状,以优先考虑基于有人驾驶直升机进行无人化改装,等到相关技术成熟以后再全新研制大型无人直升机作为发展我国大型无人直升机的策略更加具有可行性。

参考文献

- [1] 贺天鹏,曾洪江.无人直升机研制新进展.《飞航导弹》,2009(11):42-45.
- [2] 卞威,马虎.军用无人直升机发展现状及运用研究进展.《长沙航空职业技术学院学报》,2014,14(4):38-41.
- [3] 姚奕,聂永芳,冯林平.美国MQ-8B火力侦察兵无人机系统.《飞航导弹》,2012(11):22-25.
- [4] 赵辉杰. Fire-X验证机展示无人直升机发展新途径.《国际航空》,2011(5):48-50.
- [5] 亚丁.K-MAX无人直升机初试身手.《国际航空》,2012(4):14-15.
- [6] 温杰.战场“蜂鸟”A160T无人直升机.《兵器知识》,2009(6):58-60.

(责编 谷雨)