

倾转旋翼无人机介绍及应用现状分析

无人直升机可以垂直起降不受场地限制，但是续航时间和速度却相对受限。固定翼无人机续航时间长、速度高但却需要起飞跑道。自上个世纪，技术人员就开始在二者之间不断探索，旨在寻找一种既可以垂直起降又能保障高航速和长航时的整合型技术。上世纪末，倾转旋翼无人机技术应运而生。

倾转旋翼无人机结合了直升机机和固定翼的优点，既有旋翼又有固定机翼，而且旋翼可以从垂直位置转向水平位或者从水平位置转到垂直位置，因此这种无人机兼具垂直/短距离起降和高速巡航的特点。目前从世界范围来看，倾转旋翼技术还处于起步阶段，只有少数国家技术相对成熟。

领跑全球：美国和以色列倾旋翼无人机技术世界领先

最具代表性的倾转旋翼无人机当属美国的“鹰眼”无人机。该无人机由美国贝尔公司研制，于 2006 年进入海军现役，主要用于执行侦察、监视、搜索、战损评估、通信中继和电子对抗等操作。

“鹰眼”由复合材料制造，机身结构紧凑，整体呈扁豆型，具有防腐蚀、防霉菌和防盐雾的能力。机体由前机身、中机身、尾机身、机翼襟副翼和短舱组成，而且机体大部分可以拆卸，便于运输和维护。该无人机最为显著的特点就是其旋翼可以倾转。无人机起飞和着陆时，旋翼轴处于垂直状态，因此可以保障无人机的垂直起降。成功飞机后，旋翼轴会转变为水平状态，使无人机由直升机模式成功过渡到飞行模式。

“鹰眼”无人机长 18 英尺 3 英寸（约 5.56 米）、翼展 24 英尺 2 英寸（约 7.37 米）、高 6 英尺 2 英寸（约 1.88 米）。空机质量为 590 千克，整机总重 2250 千克。该无人机最大航行速度达到 225 英里/小时（约 360 千米/小时），续航时间 6 小时，最高可飞至 6096 米。与固定翼无人机相比，“鹰眼”可垂直起降、空中悬停、操作灵活。与无人直升机相比，“鹰眼”巡航速度快、航时长、飞行包线大。

以色列无人机在全球一直处于领先地位，在倾转旋翼技术领域亦不逊色。在 2010 年，以色列航空工业公司（IAI）研发的“黑豹”（panther）正式亮相。

“黑豹”具备倾转旋翼推进系统，能够自由起飞和降落，无需专门的起降地点。而且采用了自动飞行控制系统，可以确保飞机在垂直起降和水平飞行两种状态之间正常转换。此外，该无人机还搭载了 IAI 公司自主研发的迷你光电/红外传感器。

“黑豹”的动力装置为 3 台“超静音”电动机。飞机重约为 65 千克，续航时间 6 小时，操作半径超过 60 千米，飞行高度为 10000 英尺（约 3 千米）。在研发该无人机的同时，以色列还设计了迷你版“黑豹”，迷你版重 12 千克，续航时间约为 2 小时。

后起之秀：韩国推出“TR-60”无人机

韩国于今年四月推出了一款倾转旋翼无人机样机 TR-60。这款无人机采用了类似美国 V-22 “鱼鹰”（美国的一款有人倾转旋翼飞机）的倾转旋翼技术，

可以变换旋翼姿态，以调整飞行模式。在起飞时，无人机的旋翼轴会称竖直放置以获得升力，飞行时则称水平放置来获得推动力。

TR-60 由韩国航天研究所研发，研发成本为 9100 万美元。该无人机航时可达 6 个小时，时速可达 310 公里，并将于 2024 年投入量产。



前景看好：俄罗斯倾心倾转旋翼无人机

其实早在 20 世纪 30 年代，俄罗斯的技术人员们就对倾转旋翼机的构想做了尝试。而且在 80 年代中期，俄罗斯的 Mil 设计局就已经开始研发 Mi-30（Mi-30 类似于 V-22，但是规模更大）。但是苏联经济的瘫痪导致该项目被迫终止。此后的十年里，俄罗斯 Yakovlev 设计局曾提出过的倾转旋翼无人机构想，并将其命名为 Albatross，但该构想也随后淡出大众视野。

今年 8 月，俄罗斯直升机公司表示将研发倾转翼技术。尽管该公司没有透露具体的细节，但是却明确了最终的目标：建立一个高速多用途旋转翼飞机家族(包括无人机和有人驾驶飞机)。

9 月初，外媒有报道称俄罗斯正在研发倾转旋翼无人机。并指出，该无人机的最大飞行高度将达到 8000 千米，续航时间可能会达到 10 小时。该无人机可用于执行侦察任务。

技术难点多阻碍倾转旋翼无人机发展

显然，相比于直升机和固定翼，倾转旋翼优点很多。可技术问题却成为了阻碍其发展的关键因素。这些技术难点主要涉及直升机和固定翼飞机模式之间的转换、飞行控制系统、桨叶和机身的复合材料、以及飞机的发动机。

未来，随着技术的不断发展和完善，倾转旋翼无人机将会更加成熟，其良好的性能将得到充分体现。