

旋翼单人飞行器的研制发展

(续完)

席勒 XROE-1 “飞行自行车”

席勒公司是美海军航空局出资制造“飞行自行车”的另一个合同商。可拆卸折叠的 XROE-1 用飞机吊舱空投。被击落飞机飞行员用快卸销把起落架、桨叶和尾梁组合起来，虽然飞到安全地点目标。飞行训练时间是 5 小时。

这种直升机于 1957 年首次飞行，随后席勒公司制造了 5 架用于美海军陆战队评定，这时重新编号为 YROE-1。XROE-1 引起了广泛的兴趣，美国桑德斯公司购买了专利制造 XROE-1。

其跷跷板式旋翼直径为 5.5 米，最初采用一台 40 马力的纳尔逊 2 冲程发动机，后来发动机功率增大到 43 马力。万一发动机停车时，直升机能自转着陆。XROE-1 总重量为 254 千克、最大速度 113 公里/小时、有效航程为 48 公里。总计制造了 27 架机。

飞行员有头顶安装式常规直升机操纵装置。席勒公司的操纵脚踏有助于提高直升机的稳定性和操纵性，它可以根据飞行员的个人爱好来调节。飞行仪表有空速表、汽缸头温度计和电流表，油箱边的油面管指示油量。

1959 年，美国海军在海军航空试验中心评定了 XROE-1 的空气动力和结构特性。它的最大平飞速度达到 106 公里/小时，作战半径达 35 公里。评定结果表明。除了在速度为 56 公里/小时和最大前飞速度时需要全右脚踏外，其它都满足气动力要求。后纠正了由快速脚踏输入引起的过大偏航率和限制直升机不做前飞接地着陆。

1960 年，美国海军进行了稳定性和操纵性试验。人们注意到，直升机在折叠和（或）展开时易于损坏。方向操纵是一个大问题，特别是在比海平面稍高的高度上悬停时缺少方向操纵，在飞行包线的某些部分有极高的操纵功效，而且总距与航向耦合过大。

亚当斯·威尔逊 “101 型爱好者直升机”

又称作 XH-1 直升机“爱好者直升机”于 1958 年首次飞行。它是按整套组件设计的，这使业余爱好者能便于购买与制造。其旋翼直径为 6.4 米，桨叶用云杉木做成，动力装置为一台 40 马力的 650CC 发动机。后来该机由 A-B 直升机公司以 A/W95 编号制造，这种改进型采用 52 马力的 Rotax503 发动机，某些部件也进行了重新设计。

格拉特费尔特 XRG-65

格拉特费尔特是伏托尔公司的高级设计工程师，他利用许多现有零件制造了一种轻型直升机，他的目的是为新旋翼，操纵和传动系统研制试验平台。XRG-65 于 1959 年首次飞行。它采用伏托尔 HUP-2 的旋翼桨叶，西科斯基 H-19 的

轴承座和贝尔 H-13 尾桨毂。减速器使用了标准汽车的螺旋伞齿轮。使用了与席勒直升机相类似的有伺服操纵片的旋翼系统，操纵装置是普通的。

格拉特费尔特后来成立了格拉特费尔特工程公司并对 XRG-65 进行了改进，发现成 G-100 型直升机。G-100 采用有泡沫芯和玻璃纤维蒙布的旋翼桨叶和普通的旋翼操纵装置。在施加总距时，总距—油门协调连杆把油门加到活塞式发动机上。其它许多机械改进使得 G-100 在 1968 年获得美国联邦航空局的适航证。

本森 B-9 “小齐普斯特”

这种共轴式旋翼直升机旋翼直径为 6.7 米。用头顶 T 形杆控制直升机的俯仰和横滚，常规脚踏通过控制垂尾改变航向。T 形杆使整个旋翼头倾斜，而不用自动倾斜器。T 形杆左把手有控制油门的扭转手柄。其巡航速度为 97 公里/小时，航程为 161 公里。其动力装置为“水星”MK75 型 60 马力的发动机，第 2 架原型机的发动机功率提高到 70 马力。

后来旋翼直径减小到 6.1 米，旋翼由差动减速器以不同的转速驱动。飞行仪表有空速表、发动机转速表和冷却剂温度计。直升机空重为 204 千克，有用载荷为 113 千克。在该公司生产出了廉价减速器和旋翼转速自动控制器后才继续研制 B-9 直升机。

本森 B-10 “螺旋桨直升机”

这种垂直起落飞行器是按照飞行吉普方案仿造的，并在本森公司内部进行研制。在飞行员前后各有一副直径为 1.2 米的螺旋桨，分别由一台 72 马力的麦卡洛克发动机驱动。两台发动机用有交叉连接杆的传动装置协调同步，于是，在一台发动机故障时另一台发动机驱动两副螺旋桨，飞行员通过驾驶杆和脚踏偏转螺旋桨滑流中的航面来操纵直升机飞行。

赫利康姆 H-1 “小康米特”

这种直升机于 1960 年首飞，他以组件形式销售。它有 6.4 米直径的双桨叶铝合金旋翼和常规尾桨。动力装置为一台 90 马力 4 缸“大陆”发动机。

德尔马 DH-1 “小旋风”

这种直升机于 1960 年首飞，它有两种构型：地面训练型和通用型。它有直径为 4.9 米的 3 桨叶旋翼和标准操纵装置。它采用 60 马力的“水星”发动机，到后来使用 80 马力的“太阳巨人”涡轮发动机（1963 年首飞）。德尔马公司又提供这种直升机能安装在上面的地面效应平台，用于飞行员最初训练。

罗托韦“蝎子”

这种直升机的最初型号是“斯拉姆·贾韦林”，它于1965年首次飞行。生产型机改名为“蝎子”，它以成套组件形式提供给业余爱好制造者。较早的型号总重小于454千克，但后来的型号总重较重，因为它的有效载荷随着采用大功率发动机而增加。早期型号的旋翼直径为6.1米，发动机为一台100马力的“伊文鲁德”。它是一种普通的半刚性旋翼加跷跷板式尾桨的直升机。飞行员有普通直升机的操纵装置。

康普科普“小布恩”

康普科普公司获得了制造和销售“小布恩”业余爱好制造者直升机的权利，这种直升机是20世纪50年代末期由阿尔特·韦拉奇设计的，于1970年首次飞行。其研制进展缓慢的原因是，设计者注重研究直升机的结构简单性。这种直升机的跷跷板式旋翼直径为6.7米，动力装置为改进的97马力“沃尔克斯瓦根”发动机。

航空航天总公司“小型直升机”

“小型直升机”的基本方案与RH-1的相同，它于1973年首次飞行。美国海军订购了3架原型机用于评定。这项计划于1977年结束。后来美国陆军得到几架原型机来支持“个人战术飞行器”(ITAV)方案。与XROE-1一样，在桨尖采用过氧化氢火箭发动机作为动力代替原来的活塞式发动机，各台发动机能单独调节油门。直升机续航时间为11分钟，旋翼直径5.5米，桨叶在桨毂和桨叶中间折叠。与XROE-1一样“小型直升机”曾打算用于营救被击落飞机飞行员。一个小的有配重单桨叶尾桨用于方向操纵。

这种直升机有一个操纵杆，它能由飞行员上下左右前后移动，扭转手柄控制油门。“小型直升机”有3种结构型：一种是捆绑式，一种是捆绑加撬式起落架，一种是活塞式发动机驱动推进螺旋桨能作自转旋翼机飞行。

美国运动直升机公司的“超级运动员”254

这种直升机的设计目标是使空重小于115千克，以便它符合FAR第103部的重量限制，他于1993年首次飞行。直径为6.4米的旋翼用复合材料制造，尾桨安装在起护罩作用的垂尾中。动力装置是一台55马力戈布勒赫斯二冲程发动机，飞行员有头顶周期变距操纵杆，其它的操纵机构是常规的。较大的型别是331型，空重为150千克，有封闭的驾驶舱。

工程系统有限公司 GEN H-4

目前最新的单人直升机是日本的GEN-4，它是第4代单人飞行器。有直径为4米。固定桨距、共轴反转的旋翼，用4台互连的10马力GEN-1 2 5二冲程发动机驱动。这种采用多台发动机的设计可以解决一台发动机停车时旋翼不能自转的问题。它的桨叶是凯芙拉复合材料做的。

飞行员用头顶操纵杆控制直升机飞行，操纵杆有两个把手，右把手是弹簧加载的油门控制杆，还有4个电起动机按钮（每个按钮上都有指示灯）。旋翼头支撑在万向支架上，

由操纵杆移动。左把手上的拇指按钮与差动齿轮相连，用于控制航向。起落架末端装有转向轮。

旋转公司 Hini -500 “勇敢者”

这种业余爱好者设计制造的直升机是波音MD 500的缩小复制品。它有复合材料蒙皮两桨叶跷跷板式旋翼，由一台64马力Rotax发动机驱动。1996年在业余爱好者制造飞机的规则下获得FAA的批准。

上述23种旋翼单人飞行器只有10种采用常规的单桨带尾桨构型，6种采用桨尖喷气旋翼，6种采用共轴式旋翼，1种采用纵列式构型。

结束语

综上所述，大多数单人飞行器利用旋翼产生升力，因为旋翼产生升力的效率较高，但是转动的旋翼尺寸较大。火箭单人飞行器简单，但续航时间短和噪音大。涡轮风扇单人飞行器的涡轮风扇发动机对于民用来说太贵。涵道风扇单人飞行器结构较为紧凑，有足够的航程与续航时间，其发动机价格适中，但各种飞行速度的涵道本身的设计仍然是一个难题。

目前没有一种单人飞行器的实用性能能够达到代替汽车这种最普通的人员运输工具的程度。单人飞行器缺乏实用性的主要原因是稳定性和操纵性差。

实用的单人飞行器必须满足以下6个要求：

- 1、在发动机故障后能进行应急着陆。
- 2、操纵性和稳定性良好。
- 3、功能可靠性高。
- 4、飞行员操纵简单。
- 5、性能必须是可接受的。
- 6、维护量适当。

在大多数情况下，采用旋翼产生升力旋翼单人飞行器的指标能满足要求，适合于悬停飞行，但对于没有经过训练的飞行员来说操纵比较困难，维护工作量很大。

除了上述6条要求外，要使单人飞行器成为公众接受的运输工具还有一个问题要解决，这就是降低它们的噪音。然而当，即使低桨盘载荷的旋翼单人飞行器的噪音对某些人来说还是大了，不可接受，所以探索低噪音单人飞行器仍然是重要的。

20世纪50年代是单人飞行器研制的全盛时期，此后，研制活动就较少。但发明家和爱好者们还是在不断地努力工作。试图研制出实用的单人飞行器，因为单人飞行器的民用和军用范围广泛。

现在由于计算机，传感器和其它电子设备尺寸减小，价格越来越低，使得单人飞行器的稳定性和操纵性能能够得到解决。结构、推进器和气动力学取得长足进展又重新引起人们对研究实用单人飞行器的兴趣。美国国家航空航天局(NASA)艾姆斯研究中心和美国陆军航空飞行动力学理事会等研究人员目前已成立了一个小组来调查再次研制单人飞行器的可行性。可以相信，经过不断的努力旋翼单人飞行器终将成为实用的飞行器。

唐健