

第一章

无人机概论

第一节 无人机发展

一、梦想起航阶段(前 450 年—1917 年)

在了解无人机起源之前,我们先了解人类自古以来对于飞行的追求。在古老而又遥远的年代,人类就对飞行抱有极大的幻想,中国神话中的女娲补天、嫦娥奔月,或是希腊神话中的普洛米修斯飞天盗火……这些数不清道不明的神话和传说,都是人类期盼着升空飞翔的美好愿望和朦胧幻想。

公元前 450 年左右,中国人发明了风筝,以此来寄托对飞行的向往。如今,风筝依旧是人们喜爱的一种飞行方式之一,如图 1.1 所示。



图 1.1 中国传统风筝

公元前 500 年左右,中国人发明了竹蜻蜓,如图 1.2 所示。竹蜻蜓构造简单,在当时也成为老幼皆宜的飞行玩具。后来,国外的传教士根据竹蜻蜓构造的启示,发明了直升机的螺旋桨,因此,中国的竹蜻蜓被世界公认为直升机的最原始形态。

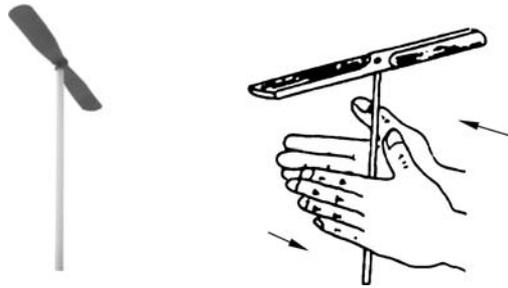


图 1.2 竹蜻蜓

在 907—979 年的五代时期,中国出现了用松脂燃烧加热空气的“松脂球”,当时也叫“飞灯”“天灯”“云球”“孔明灯”或“灯球”等。图 1.3 所示是可飞行并可实用的热气球的原始形态。关于孔明灯的传说有多个版本,真正的发明者已无从考究,但是不难发现,古代劳动人民一直在探究飞行的奥秘。

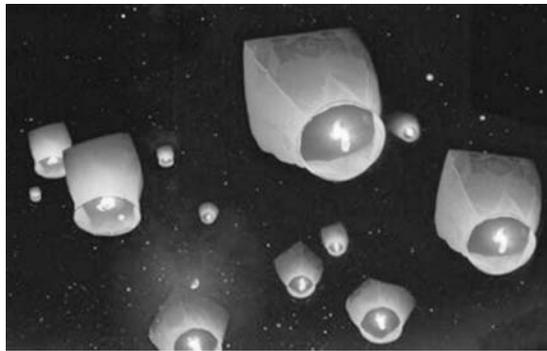


图 1.3 孔明灯

明朝建立后,曾在朱元璋军中受封官职为万户的陶成道,为了实现自己像鸟一样飞上天的梦想,坐在绑了 47 支火箭的椅子上,手里拿着风筝,想飞向天空,如图 1.4 所示。围观的人们纷纷表示这简直真是太疯狂了,而陶成道为此献出了自己的生命。



图 1.4 万户飞天的传说

万户飞天是一个举世公认的事实,但是遗憾的是,火箭飞行第一人万户在中国文献中找不到,而在美国火箭学家赫伯特·S.基(Herbert S. Zim)1945年出版的《火箭和喷气发动机》一书中有记载。

1480年左右,意大利著名学者、艺术家兼科学家达·芬奇绘制出原始的“螺旋面”直升机原理草图,如图1.5所示。这是工程学历史上比较有名的一幅航空机器设计图。后来,他还画过许多其他的飞行器结构想象图,其中包括1487年其所做的人力扑翼机设计图。

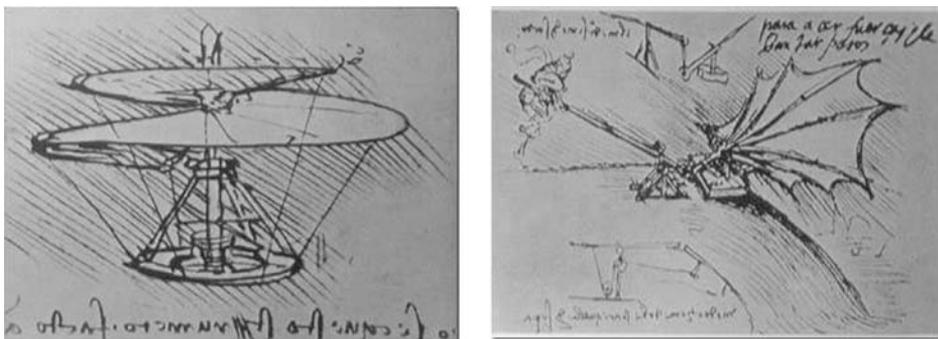
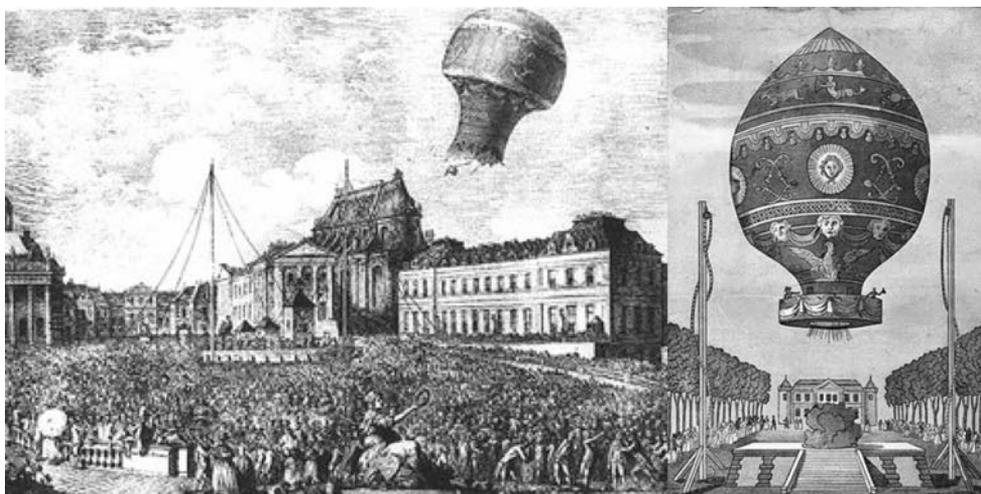


图 1.5 达·芬奇的旋翼模型设计图

1783年9月19日,蒙哥尔菲兄弟奉命为法国国王路易十六夫妇表演飞行。上午9时许,一只容积 1200m^3 的热气球当着3万观众的面,载着一只公鸡、一只鸭子和一只绵羊,升至450m高度,在8min内飞出3200m远,并降落到一片树林中。这是人类升空飞行前最先用动物所做的飞行器搭乘试验。法国国王路易十六为此大悦,赐名“蒙哥尔菲气球”,如图1.6(a)所示。



(a) “蒙哥尔菲气球”首次载着一只公鸡、一只鸭子和一只绵羊升空 (b) 罗泽尔和达兰德斯合乘热气球首次
首次在波旁王朝皇家行宫前升空

图 1.6 蒙哥尔菲兄弟首次飞行

1783年11月21日,法国的罗泽尔和达兰德斯侯爵于当天下午1时54分,再次乘坐靠燃烧麦秸与羊毛产生热气的蒙哥尔菲气球,在巴黎16区布劳纽森林边的波旁王朝皇家行宫

庭院中冉冉升空,做了人类首次自由飞行。经过 20min 的水平飘飞,这只直径 14.95m、高 22.75m、容积 2200m^3 且外表华丽非凡的载人热气球,降落在该市 13 区的意大利广场上,为人类航空史添上了一笔重彩,如图 1.6(b)所示。从此,人类开始真正进入广阔的天空。

1840 年,英国航空先驱威廉·萨姆爱尔·亨森成立了自己的航空运输公司,并开始试制飞机。1842 年 9 月 29 日,亨森在助手约翰·斯特林·凡罗的协助下,参考了凯利的航空力学理论,设计出名为“空中蒸汽汽车”的飞机,并申请了“重于空气的飞行器”的专利。如图 1.7 和图 1.8 所示,该飞机翼展 45.72m,单翼面积 430m^2 ,总重 1350kg,装有 18.4~22.1kW 蒸汽机 1 台,以驱动两副 6 叶螺旋桨。1847 年,一架绰号为“阿里埃尔”、翼展仅 6m 的缩比飞机模型进行了试飞。据称模型重 4.5kg,它利用斜坡助跑起飞并可飞行 19~24m。这是人类对飞机所做的最早期的研究试验之一。

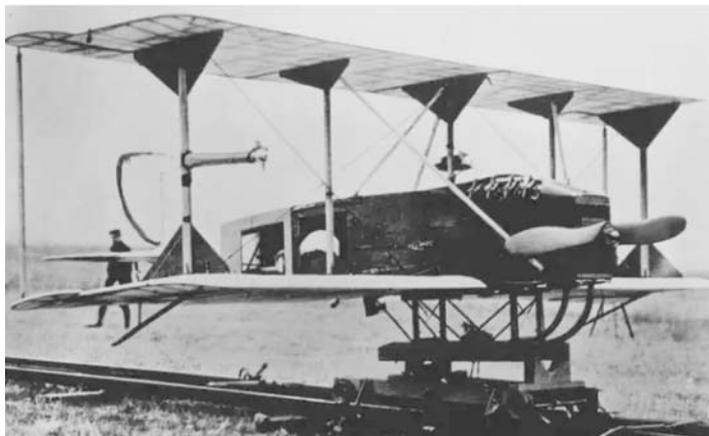


图 1.7 1842 年威廉·萨姆爱尔·亨森和约翰·斯特林·凡罗联合设计的蒸汽飞机

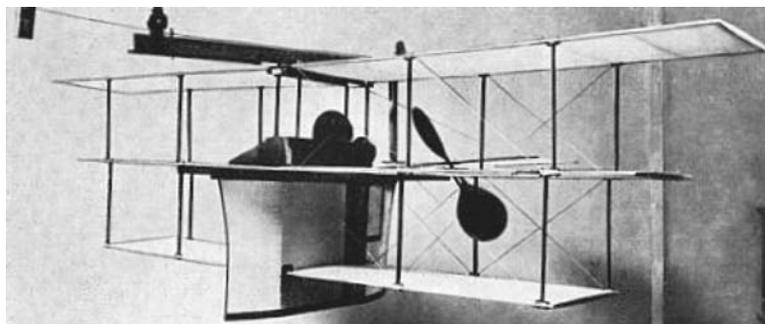


图 1.8 1868 年约翰·斯特林·凡罗设计失败的三翼飞机模型

1852 年 9 月 24 日,法国人亨利·吉法尔制成第一个“机械力气球”,如图 1.9 所示。该气球外形不再是球形,而是长 43.89m、直径 11.9m 的枣核形,气囊容积 5472.4m^3 ,总升力大于 2000kg。更重要的是它第一次装有三角形尾舵和 1 台 2.2kW 蒸汽机,用于驱动直径 2.13m 的三叶螺旋桨以 110r/min 的转速旋转。气球从巴黎马戏场起飞后,3 小时左右飞行了 28km,然后在特拉普斯着陆,做了人类第一次有动力载人“可操纵飞行”,真正的飞艇问世了。

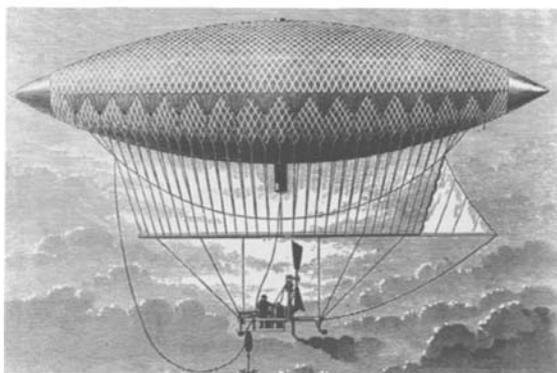


图 1.9 1852 年世界上第一艘飞艇首飞

1871 年,英国人佩诺研制出“飘动者”号飞机模型,如图 1.10 所示。它采用橡筋动力、单翼,安定性极好,被某些学者推为“飞机的祖先”。1872 年,他又制成有别致的密封舱和减震起落架的两栖型扑翼机模型。

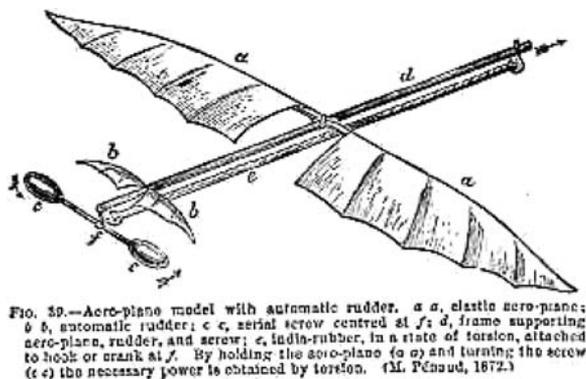


图 1.10 1871 年佩诺研制的第一架可稳定飞行的橡筋动力飞机模型

1884 年 8 月 9 日,法国人试飞了由电动机驱动的“法兰西”号全向操纵型飞艇。如图 1.11 所示,列纳尔上尉在当天的试验中,飞行 4200m 后又成功地返回起飞点,从而结束了人类飞行要受风摆布的历史。该飞艇直径 8.5m,长 51.8m,航速 19.3km/h,电动机功率 6.6kW,用于驱动一个直径 9m 的拉进式螺旋桨。它被认为是最早飞行成功的一艘飞艇。

1891 年,德国航空开拓者李林塔尔发表了《鸟类的飞行——航空的基础》一文并正式开始研究滑翔飞行。他每次飞行一般为 30s,滑翔距离为 200~300m。1894 年,他用改进后的滑翔机从山坡上跳下,竟然滑翔了 350m 远,获得巨大的成功。1896 年 8 月 9 日,李林塔尔在试飞中受伤,于次日去世。在其试飞的 6 年期间,他坚持进行滑翔实验达 2000 余次,先后使用过 18 架滑翔机,其中 12 种是单翼机。李林塔尔是人类早期探索飞行史上极具影响力的人物,并为后人发明飞机积累了宝贵的经验,如图 1.12 所示。

1900 年 7 月 2 日,德国的齐柏林伯爵经过 6 年努力,在包金斯基附近的工厂里制成了他的第一艘充氢硬式飞艇,并在腓特烈港附近试飞成功,此飞艇搭载 1 名乘员和 5 名乘客飞行 20min。该飞艇型号为 LZ-1,直径 11.73m,长 127m,用防水布组成 17 个气囊,容积

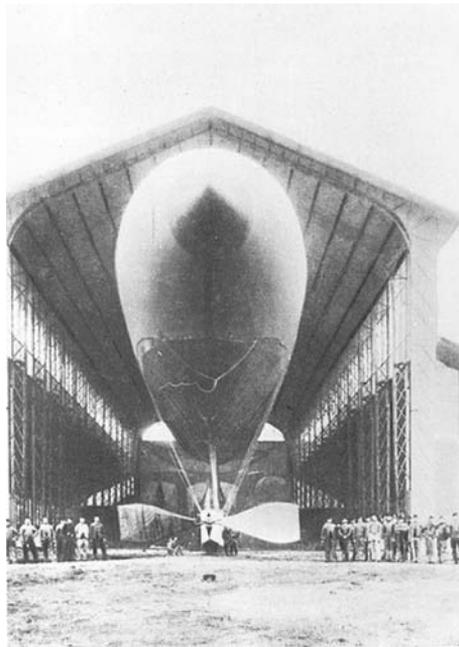


图 1.11 1884 年 2 月 9 日,世界第一艘飞艇“法兰西号”由查尔斯·雷纳德试飞



(a) 航空先驱李林塔尔的滑翔飞行试验



(b) 李林塔尔的Sturmfugel滑翔机(博物馆)

图 1.12 航空先驱李林塔尔的滑翔飞行试验

11300m³。在 20 世纪 20 年代以前,齐伯林飞艇几乎主宰了大半个世界的天空,如图 1.13 所示。

1903 年 12 月 17 日上午 10 时 35 分,德裔美国人、自行车修造匠威尔伯·莱特和奥维尔·莱特兄弟在美国北卡罗来纳州基蒂霍克一处叫作“斩魔山”的小山坡上,以重物下落形成的牵引力,将自制飞机“飞行者一号”推离地面,进行了被世人公认的人类首次有动力飞机载人飞行。人类从此有了飞机,如图 1.14 所示。

当时的首飞驾驶者为奥维尔·莱特。他 12s 飞行距离 36.58m,当时的目击者有 6 人,并拍下照片作证。当日共飞行了 4 次,最佳飞行成绩为:续航时间 59s,飞行距离 260m,飞

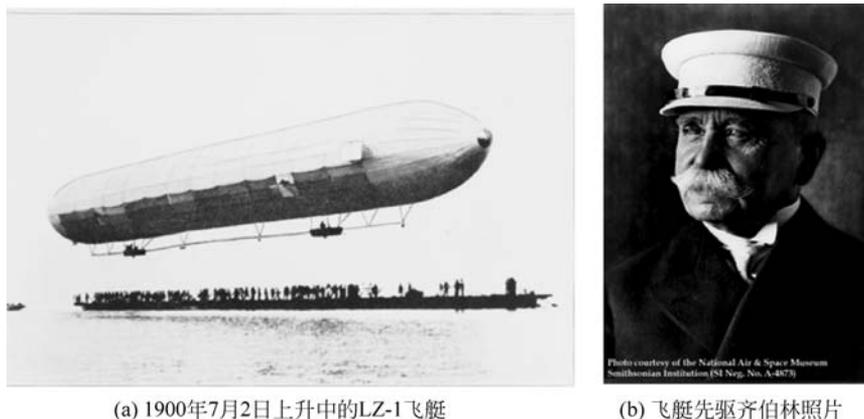


图 1.13 齐伯林的飞艇试验

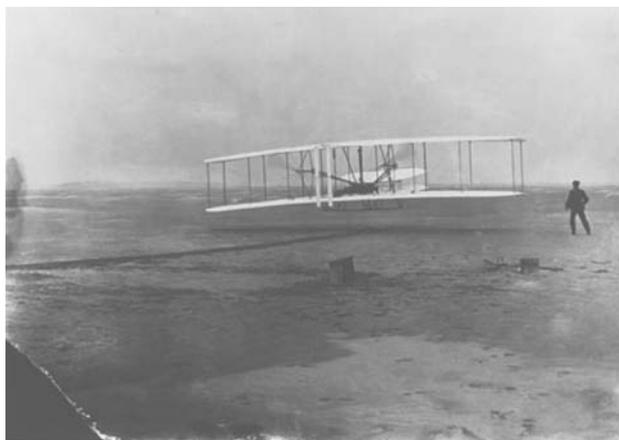


图 1.14 1903年12月17日,莱特兄弟发明的飞机试飞成功

行高度 3.8m,速度 48km/h。该机采用双层机翼鸭式气动布局,1 台 12 马力的内燃机通过两副自行车链条带动两副空气螺旋桨。飞行员俯卧在下层机翼上操纵飞机飞行。飞机的翼展为 12.29m,重量为 274kg。莱特兄弟与他们的“飞行者一号”飞机就此名垂青史。而在此前,莱特兄弟对飞机的研究开始于 1899 年,并先后试飞过 3 架无动力的滑翔机。“飞行者一号”飞机则于 1902 年冬季组装完毕。1903 年 12 月 14 日,在他们进行第一次试飞时曾因失速而坠落沙滩。莱特兄弟的飞机制造优势直到 1908 年才被欧洲的航空先驱们打破。

二、无人机的诞生及靶机起步阶段(1909—1945 年)

基于人类对飞行的追求及取得的伟大成就,众多科学家对于飞行提出更大胆、更具有创新性的设想。据来自圣迭戈航空航天博物馆档案(San Diego Air & Space Museum Archives)资料显示,1917 年,皮特·库柏(Peter Cooper)和埃尔默·A. 斯佩里(Elmer A. Sperry)发明了第一台自动陀螺稳定器,这种装置能够使飞机保持平衡向前飞行。

这项技术成果将美国海军寇蒂斯 N-9 型教练机成功改造为首架无线电控制的不载人飞行器(Unmanned Aerial Vehicle,UAV),并进行了试飞,这可以说是世界上的第一架无人

机。无人飞行器自此诞生。“斯佩里空中鱼雷”(Sperry Aerial Torpedo)搭载重约 136kg 的炸弹飞行 81km,如图 1.15 所示。

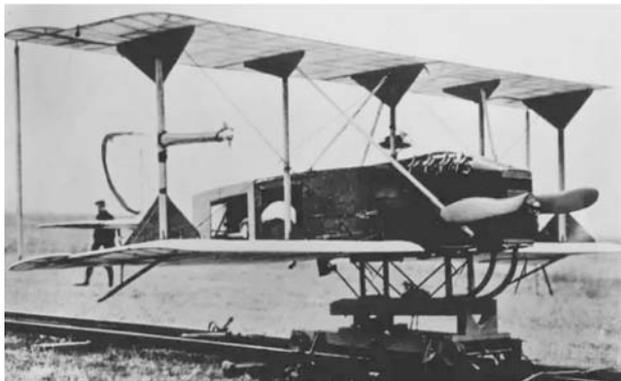


图 1.15 1917 年斯佩里(Sperry)研制的“斯佩里空中鱼雷”

“斯佩里空中鱼雷”最初的设想是利用携带的高爆炸药攻击飞机,但随后的试验并未获得令军方满意的结果,也从未参与实战,军方为此停止了投资,因此这一新生事物也就夭折了。尽管斯佩里等人的开创性工作没有获得最终的成功,但他们所取得的许多宝贵资料和经验为 16 年后第一架无人靶机的成功研制奠定了深厚的技术基础。

通用公司的查尔斯·F. 凯特灵(Charles F. Kettering)设计了“凯特灵空中鱼雷”,又称作“凯特灵小飞虫”(Kettering Bug),这架飞行器能够载重 136kg,在 1917 年的造价为 400 美元,如图 1.16 所示。这架飞行器拥有可拆卸机翼,并且可以灵巧地从装有滚轮的手推车起飞。在第一次世界大战接近结束时,美军下了大量的“凯特灵飞虫”订单,但它还没被派上战场战争就已经结束了。



图 1.16 1917 年凯特灵(Kettering)设计的“凯特灵小飞虫”

1935 年之前的空中飞行器飞不回起飞点,因此也就无法重复使用。“蜂王”的发明使得无人机能够回到起飞点,这也使得这项技术更具有实际价值。“蜂王”最高飞行高度 5182m,最高航速 161km/h,在英国皇家空军服役到 1947 年,如图 1.17 所示。

阿道夫·希特勒希望拥有攻击非军事目标的飞行炸弹,因此,德国工程师弗莱舍·福鲁则浩(Fieseler Flugzeugbau)在 1944 年设计了一架速度达到 756km/h 的无人机,即著名的



图 1.17 1935 年的 DH.82B“蜂王”(DH.82B Queen Bee)

“复仇者一号”专为攻击英伦列岛而设计,也是现代巡航导弹的先驱(图 1.18)。“复仇者一号”载弹量比前代更大,经常搭载多达 907kg 的导弹。英国有 900 多人死于该型无人机之下。“复仇者一号”从弹射道发射后,按照预先程序飞行 241km。



图 1.18 1944 年研发的“复仇者一号”

自此,人类开始开启了全新的无人机时代,并勾画了一幅波澜壮阔的宏伟画卷。

1930 年英国开始研制无人靶机,在吸取了斯佩里等人研究经验的基础上,1931 年 9 月,英国费尔雷公司将一架“女王”有人驾驶双翼飞机改装成“费利王后”(Fairey Queen)靶机做了 9min 的有控飞行。1932 年,英国本土舰队将“费利王后”携往地中海做试验,检验靶机的飞行性能,更重要的是检验本土舰队防空火力的效能。当时,“费利王后”冲着本土舰队的密集防空火力飞行了 2h 而未被击中,这不仅说明当时海军防空兵器的低效,同时也充分说明靶机具有无可争辩的实用性。

1933 年英国研制成功有名的“蜂后”(Queen Bee)靶机,随即投入批量生产。这种靶机在 1934—1943 年共生产了 420 架,每架都有 20 架次的飞行纪录,这种靶机一直沿用到第二次世界大战结束后。

苏联于 1934 年研制成 J10-2 靶机。第二次世界大战后,又研制成用冲压发动机的 La-17 靶机。

美国于 1939 年开始研制靶机,先后有 30 多家公司投入了靶机和遥控飞行器的研制,其中最负盛名的有瑞安公司研制的世界上生产最多的“火蜂”(Firebee)系列靶机(图 1.19),以及诺斯罗普公司的“石鸡”(Chukar)靶机系列等。



图 1.19 1955 年瑞安航空公司研制的“火蜂”(Firebee)

法国研制成 CT-20 与 CT-22 靶机;意大利研制成“米拉奇”系列靶机;澳大利亚研制成“金迪威克”无人靶机等;其他国家如加拿大、以色列、日本、德国、南非也相继研制成多种靶机,伊朗研制了多种供火炮、飞机和导弹用的靶机,所以较长一段时期内,无人机基本上是靶机的一种别称。

三、初步参展、崭露头角(1945 年—20 世纪 80 年代末)

第二次世界大战后,随着技术的进步,各国开始尝试在靶机上安装一些测量装置,使其具有战场侦察、目标探测的能力,并开始将其应用于实战。20 世纪 60—70 年代的越南战争、70—80 年代的中东战争使无人机开始在战场上崭露头角,也促使了无人机技术与功能的进一步拓展与提升。

越南战争初期,美军出动大批飞机进行大规模轰炸,美军先后损失作战飞机 2500 余架,死伤飞行员 5000 多名,被俘人员中有 90% 是飞行员和机组人员。作战飞机的大量损失,使美军的作战行动严重受阻,也极大地阻止了美国政府战争意图的实现,使美军陷入了越南战争的泥潭。大批飞行员和其他作战人员的死伤和被俘,更使美国政府承受了来自国内的巨大压力。为此,美军也采取了许多办法,如对北越防空导弹的雷达系统进行干扰等。但由于北越人民军采取了反干扰措施,使得美军的方法收效甚微。

为了能以较小的损失摸清北越部队的情况,特别是防空力量的部署情况,美军最后还是想到了无人机,希望能用无人侦察机代替有人机实施侦察。无人机的平台选定了美国瑞安航空公司的“火蜂-147”无人靶机。该机飞行时速在 900km 以上,飞行高度大于 20000m,尺寸较小,雷达散射截面和红外信号特征都很小,不易被雷达发现,也不易被防空导弹击中,具有较强的战场生存能力。而且,无人靶机成本低,当时一架无人靶机价值百万美元,即使损失,相比于一架有人机的 3000 多万美元外加机组人员来说,其损失也相对小一些。

出于战争的需要,瑞安航空公司为“火蜂-147”紧急加装了侦察照相和红外探测等设备,改装定型为“火蜂-147D”,如图 1.19 所示。1964—1975 年,火蜂侦察机在越南上空执行侦