

航空与空间技术小丛书

无人驾驶飞机

杨彦春 编

内 容 简 介

本书以通俗易懂的语言，形象鲜明的插图简要地介绍了一种特殊的飞机——无人驾驶飞机。书中叙述了无人机的结构特点和发展概况；重点阐明了无人机是如何在控制系统操纵下完成各种飞行任务；并列举了无人机的用途和展望了它的发展前景。

本科普读物可供广大青少年和航空爱好者阅读。

无人驾驶飞机
杨彦春 编

国防工业出版社 出版

新华书店发行所发行 各地新华书店经售
国防工业出版社印刷厂印装

787×1092¹/₃₂ 印张 2⁷/₁₆ 49千字

1981年5月第一版 1981年5月第一次印刷 印数：0,001—8,200册

统一书号：15034·2179 定价：0.19元

出版说明

为了满足广大工农兵和青少年学习了解科技知识的需要，更好地为社会主义服务，为国防建设服务，为早日实现我国四个现代化作出新贡献，我们与航空知识编辑部共同编辑出版了“航空与空间技术小丛书”。

这套“小丛书”力求做到形式生动活泼，文字通俗易懂，内容深入浅出，图文并茂，以适应广大工农兵和青少年阅读。

由于我们水平有限，在内容上难免有缺点和错误，恳请读者提出批评意见和要求，以便进一步把航空科学技术普及工作做的更好。

编者的话

为了普及航空科学知识，满足广大工农兵群众和青少年航空爱好者的需要，我们编写了这本科普读物。主要是对无人驾驶飞机作一概括性的介绍，通过文字叙述和插图说明，使读者对无人驾驶飞机的结构特点、飞行原理、主要功用等有一个比较系统的了解。本书是杨国柱、胡哲彦、殷遇春三位同志编写，陈肇和同志插图。由于我们这方面的知识浅薄，水平有限，在内容或表达形式上难免出现缺点和错误，恳请读者提出指正和批评。

目 录

一、无人驾驶飞机概述	1
什么叫无人驾驶飞机	1
无人驾驶飞机的发展概况	3
简单介绍一架无人驾驶飞机	7
无人驾驶飞机的一个特殊问题——起飞与回收	13
二、无人驾驶飞机控制系统简要介绍	19
无人驾驶飞机的自动驾驶仪	19
无人驾驶飞机的导航设备	35
无人驾驶飞机的遥测与遥控	47
三、无人驾驶飞机的用途及发展趋势	53
用作靶机	53
用作无人驾驶侦察机	55
用作电子对抗机	58
用作无人驾驶作战机	65
用作取样、观测机	66
用作无人驾驶研究机	68
用作地质勘探机	69

一、无人驾驶飞机概述

最近几年来世界上很多国家都在研制无人驾驶飞机。无人驾驶飞机上没有乘员，所以作为一种武器攻击敌人时，就不会损失作战人员。当前，由于电子、遥测、遥控、自动控制等科学技术的新成就，为无人驾驶飞机的发展奠定了基础。

无人驾驶飞机不断地发展和研究，使得它的用途日益广泛。目前在军事上除了可作为靶机、侦察机、干扰机外，还可以作为一种进行空战的飞机使用。

什么叫无人驾驶飞机

我们所说的无人驾驶飞机是指没有驾驶人员的飞行器。广义上看有翼导弹也可以算做一种无人驾驶的飞机。因为装在它里面的制导系统、自动控制系统、遥控、遥测系统实际上与飞机没有什么原则上的区别。但本文中提及的主要是指没有驾驶员的飞机。

由于现代科学技术日益发展，无人驾驶飞机的用途也日益广泛。按用途大致可分为以下几类。

- 1) 靶机；
- 2) 无人驾驶侦察机；
- 3) 电子对抗机；
- 4) 无人驾驶作战机；
- 5) 收集核爆炸时放射性样品的取样机；

6) 无人驾驶研究机或试验机;

7) 地质勘探机;

8) 飞行式导弹——早期发展的无人驾驶飞机雏形与现代发展的巡航式导弹。

无人驾驶飞机也可以按它的性能分类。

1) 按飞行速度,可分为亚音速、高亚音速、超音速无人驾驶飞机;

2) 按飞行高度,可分为高空、中空、低空无人驾驶飞机;

3) 按飞行距离,可分为短程、中程、远程。

无人驾驶飞机也可以按照控制的方式进行分类。

1) 无线电遥控:即由操作人员在地面或空中遥控站发出控制指令,对无人驾驶飞机进行遥控;

2) 程序控制:由无人驾驶飞机携带的导航系统按照预定的飞行程序自动地作自主式飞行。采用这种控制方式可以避免对方进行干扰;

3) 无线电遥控兼程序控制:大多数是在起飞和回收过程中采用无线电遥控方式,在执行任务过程中采用程序控制方式的自主飞行。所以采用上述形式,一是由于执行任务过程中航程远了遥控指令不易达到;二是防止对方进行干扰;

4) 电视遥控:这是采用机载电视,通过电视传输系统向地面站传送现场情景,再由地面站发出指令对无人驾驶飞机实行实时遥控。显然这种控制方式也是需要与无线电遥控结合使用的。此外,为了扩大活动范围而又要求不被干扰,有时也不得不采用程控。一般情况下,电视遥控无人驾驶飞机控制系统中,包括了遥控、遥测系统和电视传输系统,还

可能包括有程序控制的自主导航系统。

由上面的介绍可以看到，现代无人驾驶飞机的用途是很广泛的。但由于用途不同，采用的控制方式也各有异，因而无人驾驶飞机所装的设备也不相同，其性能也千差万别。

无人驾驶飞机的发展概况

最早的无人驾驶飞机是指用无线电遥控的飞机。在本世纪初便有人开始研究利用无线电控制飞机的可能性。最早出现的只是用无线电遥控的飞机模型，后来出现了自动驾驶仪，才使得有可能研制真正的无人驾驶飞机。

最初空中使用的“靶标”都是拖靶——小旗或布袋。在三十年代由于有了较先进的无人驾驶飞机以后，才开始被用作靶机。这时的靶机大都是利用已有的有人驾驶飞机改装的，如英国的“蜂后”靶机，苏联的 ПО-2 靶机，美国的 OQ-19，PQ-8 靶机。

后来，在四十年代初第二次世界大战期间，美国又研制了无人驾驶轰炸机。主要是改装一些现役的轰炸机。如曾将 B-17、B-24 轰炸机改装。安装一些必要的自动控制系统，拆除一些多余的自卫武器（如机炮）和设备（如氧气系统）。在进行远距离轰炸时，则先由驾驶员操纵一段时间，进入敌方攻击目标区以前，驾驶员跳伞离开飞机。随即由伴航飞机遥控，对敌方目标进行轰炸。

早期的这些无人驾驶飞机在执行任务时，由于无线电技术，导航设备和自动控制技术水平的限制，使用时很不方便。因此带有很大的局限性。

第二次世界大战末期，德国也曾秘密的从事无人驾驶轰

炸机的研究。并于1944年6月初次以V-1导弹空袭了伦敦。五周内向伦敦发射了约3000枚V-1导弹。当时是利用在其占领下的比利时、荷兰和法国等地所设置的发射装置发射的。总共向伦敦发射了约8000枚这种导弹。不过由于导航设备质量不高，或由于被中途击落（因为它的飞行速度不高），仅有29%落到伦敦市郊。

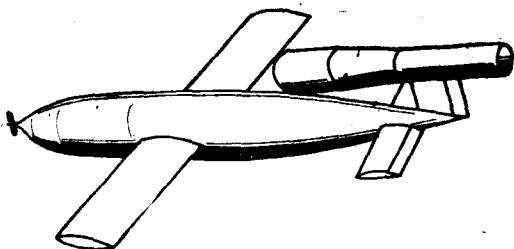


图1-1 V-1导弹

V-1 导弹的外形很象一架普通飞机（见图1-1）。V-1 导弹具有中单翼，平尾和立尾。一台推力为 390 公斤的脉冲式喷气发动机装在立尾的上方。它的飞行速度为 640 公里/小时。当时的歼击机的速度已达到 750 公里/小时，所以它的飞行速度并不算高，歼击机都可以追上它，将其击落。它的飞行高度通常在 900~920 米，采用定高器维持飞行高度。V-1 导弹的飞行控制是采用导航计算机和程序装置及自动驾驶仪等来实现的。当时 V-1 导弹的导航计算机不能很好的修正风速和风向影响，而所选择的飞行航迹高度还不到 1000 米，在这个高度上风的影响很大，所以它的命中率不高。但 V-1 导弹的结构非常简单，极易制造，每个导弹只要 900 个装配工时。此外，单位耗油率以当时的水平衡量也比较低。

V-1 导弹作为作战武器虽然由于命中率不高而未获成功，但是在无人驾驶飞机发展上还是占有相当的地位。因为它是第一架完全由控制系统自动导航完成全部飞行过程的无人驾驶飞机。

随后，德国又发射了 V-2 导弹，这是一种制导式弹道导弹。这种导弹比 V-1 飞得更高更远。

在第二次世界大战期间和战前，从事无人驾驶飞机研制的国家主要是美、英、苏、德。第二次世界大战还未结束，美国便从英国获得了 V-1 导弹。对德战争一结束，美国立即利用德国的技术资料，并收罗了许多德国专家，开始了导弹的研究工作。英、法、苏也都程度不同地利用了德国资料和专家发展了导弹工业。德国在大战后期使用的 V-1 导弹和 V-2 导弹，无疑，在战后促进了美、英、苏、法等国无人驾驶飞机的研制和发展。

在五十和六十年代之间，无人驾驶飞机有了很大的发展。这时除了将一些有人驾驶飞机改装成无人驾驶飞机外，还成功地设计了一些无人靶机、无人驾驶侦察机、无人驾驶研究机。与此同时，飞航式（有翼的，在大气层内飞行的）导弹也得到了成功的发展。这主要是由于导航系统的改进，如采用了多普勒导航系统，天文、惯性导航系统等。电子技术、自动控制 and 电子计算机技术的发展也都促进了无人驾驶飞机的发展。

在这一时期里，涡轮喷气发动机有了很大的发展，因此以涡轮喷气发动机为动力的飞机的性能也有了很大的改进。因为这种发动机的推力较大，使飞机的飞行速度提高，功率加大，所以适于高速飞行。装有涡轮喷气发动机的无人驾驶飞

机可以获得较大的有效载重(装载能力),较大的速度,航程和耐航力。无人驾驶飞机性能不断改善,这样就扩大了无人驾驶飞机的用途。实际上无人驾驶飞机的发展过程就是一个飞行性能不断改善和用途逐步扩大的过程。如这一阶段靶机的速度由亚音速向超音速发展,无人驾驶侦察机的高度则分别向高空和低空两个极限发展,由于耗油率降低,使无人驾驶侦察机的航程和耐航力都有了很大提高。为了研究高空和高速的问题,曾经出现了研究高空和高速的无人驾驶飞机;为了适应不同武器性能的打靶要求,就出现了各种进入靶场的方案和不同性能的靶机;为了满足不同侦察任务的要求,就出现了使用各种侦察手段的无人驾驶侦察机——如照相侦察,红外线侦察,电子对抗等无人驾驶侦察机;为了发展无人驾驶飞机,目前又出现了供研究用的电视实时遥控的无人驾驶作战机。

由于电子仪器的微型化,使无人驾驶飞机在七十年代进入了一个崭新的时期。巡航导弹和电视实时遥控的无人驾驶飞机是这一时期成就的标志。

巡航导弹是一种以涡轮喷气发动机为动力的无人驾驶飞行器,它是一种改进了的飞航式导弹。它可以在巡航高度上以巡航速度作长时间的远距离航行,当接近打击目标上空时,再以超低空飞行突破敌方的防区。由于采用了小型的、高效能的涡轮喷气发动机技术;精度高、尺寸小、重量轻的制导系统;以及制导系统中采用了大容量、高速度、具有实时处理能力的微型计算机。使得巡航导弹指向目标的精度大为提高。总之,巡航导弹是现代许多科学技术成就的结晶。

电视遥控无人驾驶飞机目前还处于研制阶段。现在供方

案探讨、试验表演研究用的无人驾驶飞机已经出现。由于无人驾驶飞机在空中有高度机动性，又不需要驾驶员，所以这种电视遥控无人驾驶飞机的远景是非常吸引人的。

简单介绍一架无人驾驶飞机

为了进一步了解无人驾驶飞机，下面介绍一架具体的无人驾驶飞机。

1. 无人驾驶侦察机的简要特性

这是一架高空无人驾驶侦察机。飞机总重约为一吨半，机身全长和机翼翼展长度均约为8米，装有一台涡轮喷气发动机。能在18000米高空飞行，飞行速度约为800公里/小时，航程可以达到3000公里（或四小时续航时间）。这种飞机在头部照相机舱内装有一台高空照相机。它的外形和三面图见图1-2和1-3。

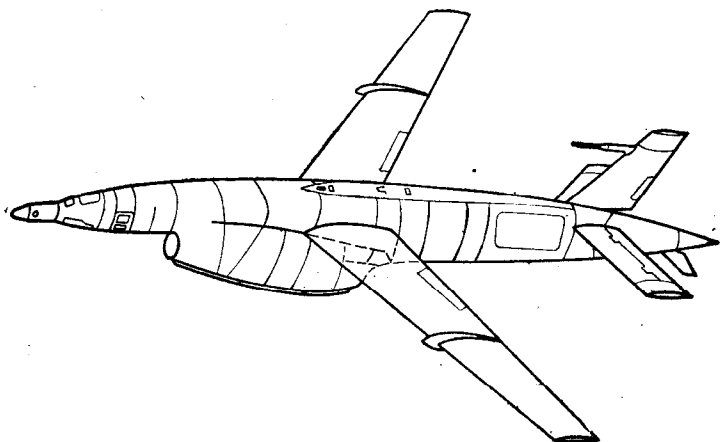


图1-2 无人驾驶侦察机的外形

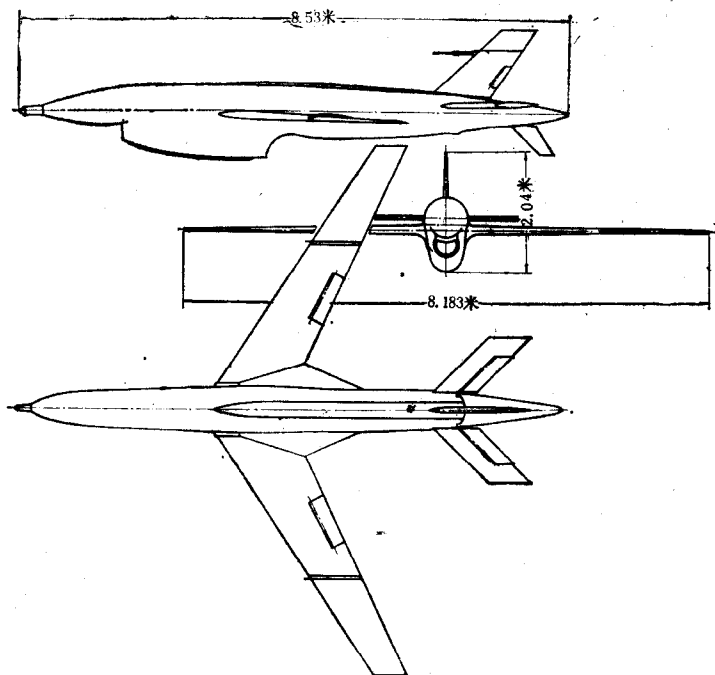


图1-3 无人驾驶侦察机的三面图

2. 无人驾驶侦察机的空气动力布局

由于它是一架高亚音速、高空、中航程、装有涡轮喷气发动机的无人驾驶侦察机。所以它的空气动力布局也就体现了这几方面的特点。

为了加大航程和提高升限，全机布局都着眼于尽量减少阻力。由于无人驾驶飞机上没有驾驶员，所以取消了驾驶舱。这样就使机身形成了一个光滑的纺锤形流线体，没有任何额外的突出物或凸包。机翼和机身的布局采用了中单翼的组合

方式，这样的阻力比上单翼和下单翼组合形式都要小。为了更好的减小机翼机身的干扰阻力，在机翼和机身的对接处有着仔细修饰过的整流罩。发动机吊在机身下部，这种形式可以使进气管和排气管最短，因而大大减小了发动机的内部阻力。这样就使机身切面在这一部分呈葫芦形状。

机翼翼型采用了经过修型的层流翼型，以便使飞机在设计巡航速度 ($M_{\text{巡}}$ 为 0.85) 时阻力最小。为了提高升限和加大航程，尽量减小诱导阻力，所以采用了展弦比为 9，梯形比为 2.5 的机翼翼平面。为了提高飞机的飞行临界 M 数，采用常见的后掠形式，在 25% 弦线处后掠角为 33° 。为了保证尾翼的操纵性能，水平尾翼和垂直尾翼均采用 45° 后掠角。为了加大垂直尾翼的作用还在下部装有一个垂直尾翼。

为了控制下滑角度，在左、右机翼的上表面各安装着一个扰流片，以便在下滑时加大下滑角。

3. 无人驾驶侦察机的总体布局

由于无人驾驶飞机上没有驾驶员。要控制无人驾驶飞机必须在它的内部安装大量的电子设备，所以就要有一个比较集中的电子舱，来安装必要的电子

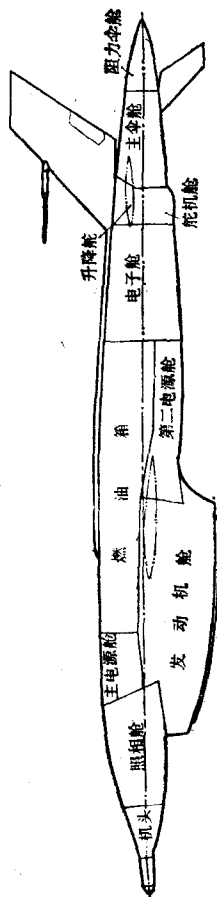


图 1-4 无人驾驶侦察机的舱室布置图

设备。下面我们来介绍这架飞机的舱室布局（见图1-4）。

飞机机体内的舱室，按其功用可以分为十个舱室：

1) 机头——机头的最前面安装着攻角传感器。后面是多普勒导航仪的接收机、发射机和天线装置。这个舱是密封的，用泡沫塑料填充。

2) 照相机舱——装有照相机和照相机的控制附件。这个舱段也是密封的，并且有保温装置。

3) 主电源舱——装有蓄电池和主电源控制盒等。

4) 发动机舱——装有一台涡轮喷气发动机及其附件。发动机的进气道和尾喷管也都在这个舱内。

5) 燃油箱——油箱内装有低压油泵和一个集油池。

6) 第二电源舱——装有副翼舵机，多普勒高压电源、变流机、真空泵等。

7) 电子舱——装有多普勒雷达频率跟踪器、变换器及导航计算机、飞行控制盒、遥控接收机、遥测发射机、雷达信标机等电子设备。电子舱具有水密性。

8) 升降舵舵机舱——该机舱中安装有升降舵舵机。

9) 主伞舱——该舱内装有一个回收用主降落伞。

10) 阻力伞舱——该舱内装有一个回收用阻力伞。

4. 无人驾驶侦察机的飞行过程

下面我们再介绍一下无人驾驶侦察机的飞行过程。

这一架无人驾驶飞机是由母机携带到指定上空后投放的。当无人驾驶侦察机完成任务后再飞回基地上空，由降落伞使飞机降落到地面，以备再用。

无人驾驶侦察机从起飞到着陆可以分为四个阶段：

1) 母机携带飞行阶段

在母机携带飞行阶段，母机对无人驾驶飞机内的设备进行校验。投放前利用母机上电源起动无人驾驶侦察机上涡轮喷气发动机，以便准备投放。当母机飞行到预定上空并达到预定高度和速度时，便将无人驾驶侦察机投放。这时发动机处于额定工作状态。

图 1-5 表示了无人驾驶侦察机由母机携带在空中投放的情况。

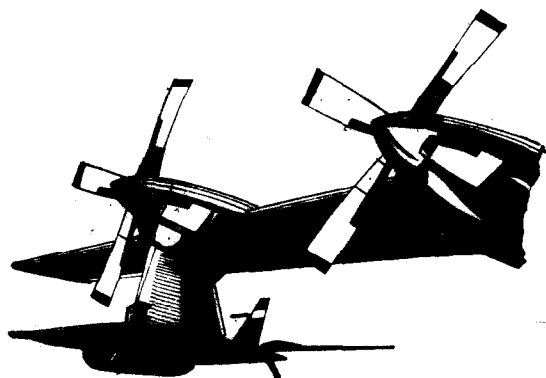


图1-5 由母机携带在空中投放情况

2) 初始飞行阶段

无人驾驶侦察机在投放以后随即开始了程序控制，进行自主式控制飞行。必要的时候地面遥控站（或母机上的遥控站）可以遥控无人驾驶侦察机上发动机的推力（油门）、操纵飞机转弯、使飞机飞向预定地点的上空。在正常情况下也可以不进行遥控。

3) 侦察飞行阶段

当无人驾驶侦察机飞到预定地点时，机内程序控制设备自动地把机内遥控、遥测设备关闭，以防敌人无线电干扰。此后无人驾驶侦察机也不再接受地面遥控站的控制，而使用多普勒导航仪控制航线。这时无人驾驶侦察机就进入了侦察飞行阶段，飞机便完全处于自动控制下的自主式飞行。

在全部侦察阶段无人驾驶侦察机按照预定的程序作各种规定动作，如转弯、作水平机动飞行、开启、关闭照相机等。

4) 回收阶段

当无人驾驶侦察机侦察完毕按预定程序返回基地后，无人驾驶侦察机便进入了回收遥控飞行阶段。

地面遥控站先检验无人驾驶侦察机是否偏离了预定的航线。对无人驾驶侦察机的航线进行修正，引导无人驾驶飞机进入正确位置，然后用遥控指令使无人驾驶侦察机用降落伞进行回收。图 1-6 中表示了这种回收过程的全部情况。

当地面遥控站发出回收指令后，机上回收系统使发动机停车，并放掉多余的燃油，切断不再需要的用电设备电源。与此同时使阻力伞开伞，使飞机的飞行高度和速度迅速下降。阻力伞开伞 9 秒后，并且当高度下降到 1800 米时主伞便自动地打开。这时飞机便以水平姿态悬挂在主伞下面慢慢降落。飞机着陆以后把机身下面的触地开关接通，使主伞与飞机脱离。以免地面有风时被伞拖坏。

以上就是无人驾驶侦察机的全部飞行过程。