

空军装备系列丛书

SPECIAL MISSION AIRCRAFT

特种飞机

《空军装备系列丛书》编审委员会 编

总主编 张 伟



航空工业出版社

空军装备系列丛书

特种飞机

《空军装备系列丛书》编审委员会 编

总主编 张 伟

航空工业出版社

北 京

内 容 提 要

本书是一本全面介绍特种飞机的专著,较为详细地介绍了侦察机、空中加油机、导航校验飞机、指挥通信飞机、心理战飞机等5种特种飞机的概念,发展历程,主要特点及作战使用的内容。

本书适用性强,内容上具有一定的深度和广度,可供相关领域从业人员把握当前特种飞机的发展情况,也为广大航空爱好者提供一定科普信息。

图书在版编目(CIP)数据

特种飞机/《空军装备系列丛书》编审委员会编. —北京:航空工业出版社,2009.1

(空军装备系列丛书)

ISBN 978-7-80243-236-9

I. 特… II. 空… III. 军用飞机 IV. V271.4

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第210125号

特种飞机

Tezhong Feiji

航空工业出版社出版发行

(北京市安定门外小关东里14号 100029)

发行部电话:010-64815615 010-64978486

北京地质印刷厂印刷

全国各地新华书店经售

2009年1月第1版

2009年1月第1次印刷

开本:787×1092 1/16

印张:12

字数:282千字

印数:1—3000

定价:24.00元

序

空军武器装备是空军诸兵种用于实施和保障战斗行动的武器、武器系统以及与之配套的其他军事技术装备的统称，包括各种战斗装备和保障装备。

空军武器装备的历史不过百年，却创造了武器装备历史上发展速度最快的篇章。人类翱翔天空的梦想可以追溯到远古时代，但直到1903年才由美国的莱特兄弟首次实现有动力自主飞行，1907年才开始用于军事。不论在两次世界大战还是冷战时期，飞机及相关技术都显示了突出优势，得到快速发展。空军从辅助兵种发展成独立的战略军种，从从属其他军兵种作战发展到能够担当战略战役主要任务，成为诸军兵种一体化联合作战的主力。空军武器装备也形成了战斗机、强击机、轰炸机、侦察机、运输机、特种飞机、雷达、高炮、地空导弹、空投空降、通信导航等多个装备系列。随着科学技术的发展，精确制导弹药、预警机、无人驾驶飞机、电子战装备、数据链、综合电子信息系统、空天防御系统等众多新类别武器装备还在源源不断地加入到空军武器装备行列中来。空军武器装备仍将保持高速发展的势头。

百年之间，空军从无到有，从弱到强。人类社会也从工业时代进入信息时代。战争形态由机械化战争向信息化条件下的高技术战争转变，军队面临着深刻的转型和军事变革。在这个深刻变革的时代，空中力量成为高技术战争的关键因素，空中力量运用成为影响战争结局的重要环节，空中战争形态仍在以高速率发生变化，空军仍是世界各国军队发展建设的重点。空军在保卫国家安全、维护国家主权、抵御外来侵略、支撑不断拓展的国家利益等方面，都将发挥越来越重要的作用。

纵观世界空军武器装备发展历史，可以看出，战争需求是空军装备发展

的强大牵引力，科学技术进步是空军装备发展的不竭推动力。当今空军武器装备的作战使用，已不是传统概念的单个武器平台对抗，而是敌对双方整个武器装备体系的对抗。按照体系配套思想发展建设武器装备已经成为基本趋势，更加强调空天一体、攻防兼备、平战结合，更加重视发展具有威慑与实战双重功能的武器装备，信息装备由从属地位上升为主战装备，常规武器弹药向精确打击转变，支援保障装备成为联合作战的重要支撑。

武器装备是军队履行使命任务的基本物质基础，是军队现代化水平的主要标志。军事领域的革命性变化，通常始于武器装备的突破性进步。空军武器装备集现代科学技术尖端成果之大成，与国家的政治、经济、文化、社会紧密关联，与百姓生活紧密关联，一向引发人们的广泛兴趣和关注。空军装备研究院组织编写的《空军装备系列丛书》，作者都是空军相关学科的专家学者，不少是本学科的领军人物。该丛书全面系统地介绍了空军装备及相关技术，是一套了解空军装备、学习高科技知识的好读本。对于认识空军在国防和军队建设中的地位与作用，了解空军武器装备的历史、现状和发展趋势，研究探讨空军武器装备发展的特点规律，引发更多人们把目光投向空军武器装备建设，会起到积极的作用。我曾任空军装备研究院第一任院长，有幸参与了《空军装备系列丛书》的编辑策划工作。衷心希望在中国空军武器装备高速发展的进程之中，《空军装备系列丛书》能够发挥其应有作用。

预祝《空军装备系列丛书》出版发行获得圆满成功！

魏 钢

2007年11月16日

前 言

特种飞机是指经专门设计或改装后用于执行特殊任务的飞机。1903年，莱特兄弟发明了飞机。仅5年之后，飞机就被美军投入军事用途。20世纪20年代，军用飞机在法、德、英等欧洲国家迅速发展。飞机最初用于战争主要就是遂行侦察和通信任务。虽然在两次世界大战中，飞机作为主战武器发挥了巨大威力，但同时随着飞机性能的逐渐提高和电子技术的飞速发展，飞机的特殊用途也得到快速的拓展。从20世纪40年代开始，美国等发达国家陆续研制或改装成功了高空侦察机、预警机、指挥通信飞机、空中加油机、导航校验飞机、电子干扰机、心理战飞机、气象侦察机、搜索救援飞机、卫生飞机等几十种具备特种性能、能够执行特种任务的飞机。半个多世纪以来的历次战争中，均能发现特种飞机的踪影，尤其是在20世纪90年代以来的几场局部战争中，特种飞机更是大显身手，甚至对战争的结局产生了重大影响。因此，进入21世纪以来，特种飞机的发展引起了更多国家的重视，甚至连一些发展中国家也纷纷投入巨资，加紧研制自己的特种飞机，使世界上特种飞机的数量出现了快速的增长，技术水平也随之显著提高。

为了普及科技知识，加深广大军事爱好者对特种飞机的了解，增强国民的国防意识、安全意识和科技强国意识，我们特将侦察机、空中加油机、导航校验飞机、指挥通信飞机、心理战飞机等五种特种飞机的基本概念、发展历程、主要特点及作战使用等内容汇编成册，供广大读者学习参考。

本书由空军装备研究院组织编写。全书按不同种特种飞机的用途共分为5个部分。其中侦察机部分由海建和编写，空中加油机部分由罗乖林编写，导航校验飞机部分由李辉、李伟编写，指挥通信飞机部分由蔡善法编写，心

理战飞机部分由袁兆红编写。全书由袁兆红、王子刚负责统稿。

在本书的编著过程中，编者参阅了国内外许多专家学者的相关文章和著作，并得到了军内外许多专家的帮助和指导，在此对所有关心、支持和帮助过我们的专家学者表示衷心的感谢。

由于作者水平和经验有限，书中不足之处在所难免，欢迎广大同行和读者朋友提出宝贵意见。

目 录

| | |
|-------------------------------|---------|
| 第 1 章 侦察机 | (1) |
| 第 1 节 侦察机概述 | (1) |
| 第 2 节 侦察机的关键技术 | (8) |
| 第 3 节 主要机型介绍 | (41) |
| 第 4 节 主要国家 (地区) 侦察机发展情况 | (52) |
| 第 2 章 空中加油机 | (78) |
| 第 1 节 空中加油机概述 | (78) |
| 第 2 节 空中加油技术与加油装置 | (88) |
| 第 3 节 主要国家的空中加油机 | (97) |
| 第 3 章 导航校验飞机 | (109) |
| 第 1 节 导航校验飞机概述 | (109) |
| 第 2 节 导航校验飞机的功能 | (122) |
| 第 3 节 导航校验飞机的关键技术 | (138) |
| 第 4 章 指挥通信飞机 | (141) |
| 第 1 节 指挥通信飞机发展简史 | (141) |
| 第 2 节 指挥通信飞机的组成 | (154) |
| 第 3 节 指挥通信飞机的典型使用事例 | (158) |
| 第 4 节 指挥通信飞机的关键技术 | (162) |
| 第 5 章 心理战飞机 | (166) |
| 第 1 节 美军心理战飞机 | (166) |
| 第 2 节 美军心理战飞机载机 | (173) |
| 参考文献 | (179) |

第1章 侦察机

第1节 侦察机概述

一、侦察机的发展历程

侦察机是专门用于从空中搜集信息的飞机。1909年，人类第一次乘飞机拍摄了地面照片，开创了航空侦察的新纪元。第一次世界大战（简称一战）初期，一名英国军官乘飞机在空中用普通照相机拍摄了德国占领区的照片，为军事行动提供了确切的情报，引起了军事家对航空侦察的重视。此时，还研制出专用于航空侦察的航空照相机，使航空侦察在第一次世界大战中发挥了重要作用。在第二次世界大战（简称二战）期间，航空摄影技术得到了进一步发展，各参战国大量使用飞机进行航空照相侦察，照相设备以可见光技术为主。例如，盟军为了进攻西西里岛，对该岛进行了500次飞机飞行侦察；为了进攻意大利本土，对其进行了1100次飞机照相侦察飞行，并对意军在地中海的各港口每周航摄一次，对其中的大港口每天航摄一次。二战后期，开始在飞机上装载和使用电子侦察设备。到了20世纪50年代，随着科学技术的发展和冷战双方互相监视的需要，侦察机进入了一个新的发展阶段——航空战略侦察。研制出了专门用于军事侦察的飞机和红外线行扫描仪、合成孔径成像雷达等航空侦察设备。当时，美苏两大国频繁地进行核武器试验，积极发展携带核武器的战略轰炸机和弹道导弹，军备竞赛异常激烈。在冷战环境下，美国研制了U-2“间谍幽灵”战略侦察机。当时，不涂任何标志的黑色U-2侦察机，频繁地从联邦德国、土耳其、巴基斯坦、日本和中国台湾等国家和地区的空军基地起飞，对苏联的导弹、核武器试验进行秘密侦察，不断提供有关试验的位置、武器类型和破坏能力等的重要情报。1960年5月1日上午，一架从巴基斯坦起飞的U-2侦察机，深入苏联腹地，在斯维尔德洛夫斯克上空被苏联地空导弹击落，驾驶员被活捉，在国际上引起一片哗然。后来又有5架U-2R侦察机先后被我国和古巴击落，美国被迫停止了这种侦察机的侦察活动，同时直接导致了美国侦察卫星计划的上马。从20世纪60年代开始，航空侦察采用了实时传输技术，拥有可见光、红外、微波和电子侦察等多种侦察手段，侦察机的数量、种类和性能得到快速发展。如美国的U-2侦察机，所载胶卷可记录长3540km、宽200km的地幅；SR-71A型侦察机的飞行速度达到3倍声速，每小时可拍摄15万平方千米；RC-135型电子侦察机雷达探测距离达到370km。现代侦察平台不但具有较强的突防、生存能力，而且具有远距离、全天时和全天候侦察能力。

无人驾驶侦察机是20世纪60年代初在越南战争时期发展起来的。当时，美国空军

的 U-2 和 SR-71 有人驾驶侦察机面临苏制地空导弹的威胁。出于东南亚作战的需要, 美国研制出了第一种真正基于无人驾驶的侦察机 AQM-34 和 AQM-91A。据统计, 美军从越南得到的侦察照片有 80% 是由无人侦察机拍摄的。与此同时, 法国、意大利等国也都发展了无人侦察机, 但大多是采用预编程序进行飞行控制, 母机或地面的操纵人员无法对它们实时控制, 不仅在使用上受到限制, 而且支援费用也很高。由于无人侦察机在使用上暴露出不少问题, 而军事上又需要一种能够执行多种任务, 并能由操纵人员进行实时控制的无人机。20 世纪 70 年代初, 随着集成电路、小型电视摄像机、数据和图像的高速传输系统、数据处理机以及各种探测技术的飞速发展, 使这种要求有了实现的可能。于是, 美、法、英、德、意等国相继开始了遥控飞行器的研制工作。到 70 年代末, 就有近 20 个国家研制并使用了数十种遥控飞行器。由于越南战争的结束, 美国军费大量削减, 致使遥控飞行器技术的许多研制项目在 70 年代初期中止或延期。直到 1982 年, 在以色列入侵黎巴嫩的作战中, 成功地使用了遥控式无人侦察机进行电子战, 使以空军取得摧毁 10 个地空导弹连的胜利, 才使人们对无人侦察机的作用有了新的认识。迄今为止, 各国研制的无人侦察机已达近百种, 起飞重量^①从十几千克到上千千克, 航程从几千米到上千千米, 飞行速度从每小时几十千米到超声速。

我国使用飞机进行侦察也开始得比较早。1913 年袁世凯政府陆军部队出塞征讨时, 派飞机在内蒙古多伦地区首次进行了目视侦察; 1926 年国民革命军北伐时, 也进行了照相侦察。

二、侦察机的分类及系统构成

(一) 侦察机的分类

侦察机按平台类型可分为有人驾驶侦察机、无人驾驶侦察机和侦察直升机三大类; 按任务类型可分为战略侦察机和战役/战术侦察机; 按技术手段可分为光电侦察机、雷达侦察机、信号情报侦察机和多传感器侦察机等。

有人驾驶侦察机通常分为两种, 一种是专门设计的侦察机, 另一种是由各型飞机改装的侦察机。专门设计的侦察机主要有美国的 OV-1 “莫霍克” 战场侦察机、TR-1 战场侦察机, U-2、SR-71 战略侦察机和 P-3C 反潜巡逻机, 苏联的 Ram-M 新式双尾翼高空侦察机和雅克-28 等。专门设计的侦察机一般生存能力较强。为了保存自己, 有的侦察机速度很快, 遇到敌机就加速逃之夭夭, 如美国的 SR-71 侦察机, 最大时速可达 3700km, 目前还没有比它飞得更快的战斗机, 该机曾用于对苏联及其他地区进行照相侦察; 有的侦察机飞得很高, 如苏联的米格-25P 侦察机, 实用升限 30000m, 战斗机甚至地空导弹也达不到这么高; 有的飞机涂有吸收电波涂层, 雷达截面积很小; 有的则装了地形回避雷达, 专门在超低空钻山沟, 还装了不少电子对抗设备, 能对付防空雷达和截击机。专门设计的侦察机上的侦察设备比较多, 侦察容量大, 侦察精确度高。

^① 本书所提重量均指质量。

专门设计的侦察机虽然有很多优点，但技术复杂，研制周期长，生产数量有限，成本较高。因此，由各型飞机改装的侦察机数量就比较多。由轰炸机和运输机改装的侦察机，一般具有装机容量大、侦察能力强、航程远和留空时间长的特点，主要执行战略、战役侦察任务，如美国的 RC-135、E-3A 等。由战斗机、战斗轰炸机改装的战术侦察机是数量最多的，如美国的 RF-4C/E、RF-5E，俄罗斯的米格-25R 等。此外，国外几乎所有先进的战斗机均可配挂侦察吊舱以执行侦察任务。随着侦察-监视-攻击一体化系统的发展，这种配挂侦察吊舱的战斗机的地位将会越来越高。

无人驾驶侦察机按控制方式可分为两种，一种是按预编程序控制飞行的，通常称为无人驾驶飞机；另一种是通过电视图像、遥控系统由地面或发射机上的操纵者进行实时控制的，称为遥控飞机。近年来，有相当多的飞机已将这两种控制方式结合起来，统称为无人驾驶飞机。根据作战半径、飞行速度、续航时间和航程，无人侦察机又可分为五大类，即长航时无人机、中程无人机、短程无人机、近程无人机和廉价无人机。

侦察直升机按旋翼的多少和结构形式，可分为单翼、双翼和多翼直升机，以单翼直升机最常见，约占直升机总数的 80%。侦察直升机在战场侦察中具有独特的优势，它能在狭小的场地上起降，能紧靠指挥员及司令部驻扎，能以很低的高度和速度实施侦察（有利于对地面进行更细致、更准确的观察，从而提高了所获情报的可靠性），能够悬停于空中（便于从己方区域对敌整个战术纵深内的活动目标进行监视）。因此，世界军事大国都十分重视发展侦察直升机。

（二）侦察机系统的构成

1. 有人驾驶侦察机系统

有人驾驶侦察机系统的基本组成包括运载飞机和机载任务系统。运载飞机的机型取决于侦察机的类型，战略侦察机一般采用大型飞机作为载机（如美国的 RC-135 战略侦察机是由 KC-135 空中加油机改装而成），战术侦察机则采用战斗机、攻击机（强击机）等小型飞机作为载机（如 RF-5E、米格-25R 战术侦察机等）。侦察机的机载任务系统主要包括：照相侦察设备（如可见光照相机、电视摄像机、电子数码相机等）、红外侦察系统（如红外线行扫描仪、红外探测器、红外监视系统等）、侦察雷达和电子侦察设备，以及通信和数据传输系统等。早期的有人驾驶侦察机功能设计比较单一，机载系统的集成度比较低，常常只拥有某一种侦察手段。随着科学技术的发展，现代侦察机正在向集侦察预警、指挥控制为一体的多传感器空中平台发展（如美国的 E-10 系列多传感器飞机），这种侦察机依靠其机载多传感器信息的融合，可以极大地提高整架侦察机的作战效能，满足对各类战场目标的侦测需要。

2. 无人驾驶侦察机系统

无人驾驶侦察机系统主要由飞行器、地面控制站、发射回收装置、机载侦察设备和地面保障维修设备五部分组成。飞行器作为机载侦察设备的运载工具，要求有较强的生存能力，不易被雷达发现，且红外辐射和噪声要小；地面控制站是无人侦察机系统最核心的设备，其主要任务是指挥控制无人机飞行，接收无人机侦察设备所获取的实时战场信息；发射回收装置用于无人机的发射和安全回收；机载侦察设备主要包括光电成像传

感器、小型光学照相机和雷达侦察传感器三大类，构成了无人驾驶侦察机的核心；地面保障维修设备主要包括飞行器保障维修设备、侦察图像情报处理设备、侦察装置的检测与维修设备、飞行器运输以及发射回收装置的准备与保障维修设备。

3. 侦察直升机系统

侦察直升机系统主要由载机平台（包括机身、动力系统、旋翼系统、操纵系统、起落装置等）和机载设备两部分组成。

侦察直升机主要完成对敌方的战术侦察，使前线指挥官能够获取敌方近期和现时的部署情况，预见到敌方未来的部署和可能交战的地域。一般直升机以光学器材侦察为主，需要良好的光学设备，以保证直升机能够处于离敌人尽可能远、超出其他地面防空武器射程的地方。

直升机飞行高度较低，飞行员依靠视觉或各种光学观察设备即可直接观察目标。白天用望远镜观察目标的纵深可达 10~12km；夜间观察时，需借助航空照明弹、照明火箭筒等对地照明。国外也已装备专用的夜视观察设备，如美国的头盔镜 AN/PVS-5，其视场为 40°，在 30m 飞行高度，发现目标的距离为 430m 左右。

除上述的目视观察手段外，国外侦察直升机普遍装备了航空照相机、电视摄像机、红外线扫描装置、侧视雷达和无线电侦察设备。

三、侦察机的工作过程

侦察机依其机型类别和所执行的任务不同，其工作过程也不尽相同。下面以电子侦察机为例，简要介绍侦察机的使用方式和工作流程。

（一）侦察机的使用方式

1. 单机侦察

平时侦察一般为单机遂行侦察任务。

2. 多机联合侦察

战时或有重大事件发生时，可派出多架飞机同时赴任务区进行侦察，不但可对电磁目标进行交叉定位，而且多机侦察结果可以互相印证。

3. 机地联合侦察

与地面侦察相结合，取长补短，充分发挥两种侦察手段的优势。

4. 空天地一体化联合侦察

通过机载数据链，与侦察预警卫星、预警机，以及前沿阵地陆基侦察探测系统配合使用，构成空天地一体化联合情报保障体系。这是未来侦察情报体系运作趋势之一。

（二）侦察机的工作流程

侦察机的工作流程如图 1-1 所示。

1. 地面系统制定任务计划

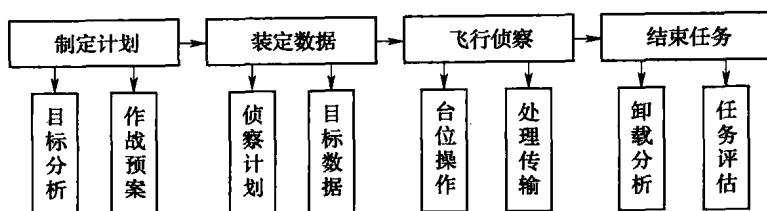


图 1-1 侦察机工作流程简图

根据飞行任务要求，对飞行目的、重点方向、重点信号情况进行分析，制定作战预案。

2. 机载任务系统装载任务计划及基础数据

将侦察频率范围、信号规格等参数通过计算机网络系统预置到相应侦察接收机内，将已知并需要控制的信号送入接收机搜索存储信道中，对需要剔除的频率信号，将其送入接收机删除信道中。根据预定航线，对航线上的背景地图进行预编辑、绘图。

3. 按计划航线遂行飞行侦察

(1) 超短波台位，通过计算机控制的接收机搜索信号，利用计算机显示器显示的频谱发现、识别信号。将所侦获的信号参数写入网络数据库中。

(2) 微波台位，通过计算机控制接收机、频谱仪和天线控制器，对信号进行频率和空间搜索、频谱显示和识别。将捕获的信号参数写入数据库，并根据需要对信号进行自动跟踪。

(3) 测向台位，将测向结果数据全部自动写入网络数据库中。

4. 空中分析、处理，实时情报传输

利用信号分析台位的设备，实时对信号侦察系统送来的射频、中频信号进行信号分析、处理，并对能够解调的数字信号用记录仪进行记录。对机上通过分析处理而形成的情报通过各种传输手段进行实时传输。

5. 结束任务，退出侦察区域返回

在地面卸载采集记录数据和侦察过程记录；对数据进行分析处理，情报整编上报或分发；对侦察过程及结果进行评估。

四、侦察机的发展趋势

随着科学技术的发展，侦察机及其机载设备将得到不断完善和更新，其基本发展趋势如下。

1. 具有高空、高速或隐身性能，且配有自卫电子战设备的侦察机将问世。美国空军正在研制速度为马赫数 $Ma4 \sim Ma8$ 、高度 $30 \sim 75\text{km}$ 的隐身有人驾驶和无人驾驶侦察机。

2. 由新型作战飞机改装的、用于执行战略或战役战术侦察任务的侦察机，仍将是各国侦察机的主要组成部分。这些侦察机通常装有光学照相、红外成像、微波成像和电子侦察等多种仪器设备。

3. 由大型运输机改装的用于执行电子侦察任务和预警情报任务的电子侦察机、空中预警机，以及无人驾驶侦察机的数量将日益增多。这类侦察机通常装有电视摄像和电磁信号截收设备，能实时传输信息和长时间留空监视。

4. 侦察-打击一体化系统是未来发展方向之一。或利用遥控飞行器携带侦察、跟踪、瞄准装置和弹药，发现目标后随即将目标摧毁；或利用侦察机的机载雷达发现100~200km距离上的目标后，数秒钟之内完成信号处理，传输给地面，并引导地面兵器准确打击目标。

5. 机载侦察设备将向更大的空间覆盖面和更长的时间以及更高的精度发展，使侦察能力得到极大提高。如高性能传感器借助于现代信息技术，把侦察系统和分析系统结合起来，使航空侦察情报在获取、传输、处理、分发的时效性和准确性上更适应作战要求。同时，将采用一些最新科学技术（如全息技术、电荷耦合器、光波导技术、激光技术、光电技术等），使侦察的灵敏度、分辨率和实时能力得到进一步提高。

6. 广泛运用多传感器融合技术，将不同功能的侦察仪器集成于同一航空平台，使侦察机具有多种侦察能力。

五、侦察机的典型战例

在二战中，航空侦察得到了广泛应用。苏联空军为执行侦察任务使用了12%的飞机架次。在战况迅速变化的情况下，航空侦察常常成为给诸兵种合成军队和空军首长提供敌情的唯一手段。在战争的第一天，苏军总参谋部无法从其他方面获得战场上的准确情报，但他们由航空侦察得知，战斗在国境线筑垒地域进行，局部地区德军已深入国土15~20km。在战争的第一阶段，依据航空侦察情报判明了德军的主要突击方向是莫斯科，辅助突击方向是列宁格勒和顿巴斯。基于航空侦察而做出的这一判断，为后来扭转被动局面起到了不可忽视的作用。在对战争具有转折意义的斯大林格勒战役中，苏军将航空照相侦察资料及时绘成作战要图发往作战部队，极受部队欢迎。1942年，盟军从飞机上拍摄的照片中发现，波兰庇内门德附近的树林里有一些奇怪的环形建筑物，后来才弄清这些建筑物是德国的V-1和V-2导弹的研制基地。盟军出动600架飞机，向该地区投下了2000t炸弹。盟军判读人员还从航拍照片中识别出部署在法国沿海地区用以攻击英国的V-2导弹的96个钢筋混凝土发射架，随后盟军的轰炸机也把它摧毁了。

在二战后的朝鲜战争中，美国为了策划仁川登陆，曾派RF-80喷气侦察机，四次从60~70m高度拍摄了2000多张仁川码头附近的立体照片，从而推断出1950年9月15日17时30分适于登陆，并计算出那时的潮水与码头的相对高度，预制了登陆用的木头和铝合金的梯子，从而保证了登陆的顺利实施。结果表明，此次飞机摄影测量误差不超过10cm。

在第四次中东战争中，交战双方的航空侦察都发挥了重要作用。埃及军队之所以在开战后迅速渡过运河，突破以军经营多年的“巴列夫防线”，正是由于埃军对运河地区及西奈半岛以军的防御体系进行了长期的航空侦察和其他手段的侦察，查明了以军部署的详细情况。而以军之所以能从被动转为主动，在情报方面的原因也是以军最大限度地

使用了侦察机，搜集了能在埃军结合部使用兵力的可靠情报。特别是美国空军被称为“黑鸟”的SR-71高空侦察机，查明了埃及两个军团之间有40km的空隙，以军便从这个空隙插入运河西岸，突然包围了埃及第3军团，使埃军陷入困境，最后被迫停火。

在叙以贝卡谷地之战中，以色列航空侦察大显神威。以军使用自己的“猛犬”和“侦察兵”无人侦察机对叙利亚防空体系进行了准确的电子侦察，查明了叙军防空导弹阵地和雷达阵地的位置、目标搜索与制导雷达的频率、无线电远程通信的电子数据和作战飞机的部署情况等。据此，对叙军整个防空体系进行了有效的干扰和突击，使叙军曾在第四次中东战争中使用的名声大振的苏制萨姆-6导弹共19个阵地顷刻覆灭，数十架飞机被击落。

从20世纪末到21世纪初，美军分别在科索沃、阿富汗和伊拉克接连打了三场局部战争。在这几次战争中，美国的航空侦察装备发挥了日愈突出的情报保障作用。特别是2003年伊拉克战争中，美国航空侦察手段的运用规模和水平达到了空前的程度。在这次战争中，美英联军使用有人侦察机、无人侦察机、预警侦察机等对伊拉克进行了全方位全纵深的侦察，有力地保障了对伊作战行动。

(一) 有人侦察机

美国空军在2003年对伊作战准备中共部署了4架U-2高空侦察机和5架RC-135电子侦察机。U-2侦察机部署在沙特阿拉伯和阿联酋，RC-135部署在沙特阿拉伯和阿曼。U-2主要用于对伊照相侦察和电子侦察。伊拉克战争爆发前，美军就以帮助联合国武器核查之名，使用U-2侦察机对伊全境进行了侦察。开战后，又使用U-2对伊拉克战场进行昼夜监视。U-2能在2万米高空拍摄伊境内地面目标的清晰图像，其飞行高度处于伊军防空火力之外，一架U-2侦察机以700km/h的速度在伊上空飞行4~6h即可侦察伊拉克境内所有的通信情报。U-2侦察机在萨马拉营救被俘美军士兵行动中发挥了重要的监视作用。RC-135主要用于对伊电子侦察，可监听伊拉克部队之间的无线电通信和伊拉克政府官员的电话，并将通话位置确定在1mile^①范围内。伊拉克战争中，从沙特阿拉伯首都利雅得附近的海尔季绿洲空军基地起飞的RC-135V/W每天在伊拉克南部35000ft^②的高空盘旋，截收伊拉克的无线电通信，窃听伊军事指挥官使用的通信频段。RC-135可在距信源230mile的地方截收通信信号，并能对呼叫对方进行测向定位。一架RC-135每天可对伊拉克进行至少10h的侦察。美军部署的5架RC-135组合起来可对伊战场进行全时空不间断侦察。在伊战中，美军还在沙特阿拉伯和卡塔尔部署了9架E-8C侦察机，主要用于搜索和跟踪伊军地面移动目标，以弥补气候条件对侦察卫星的影响。美国空军第363远征机载指挥与控制中队指挥官Mick Quintrall中校称，由于E-8C侦察机的参战，使得参加行动的每一名地面指挥官都能更加深入地了解战场态势。E-8C侦察机最新安装的Link-16数据链与陆军“长弓阿帕奇”攻击直升机直接建立了数据链路，大大加速了E-8C与“长弓阿帕奇”之

① 1mile=1.609km。

② 1ft=0.3048m。

间的数据交换，使得目标选择更加准确，进攻更加及时。美军战前专门在 E-8C 上安装了一种新的雷达探测设备，可在 150mile 之外探测到伊军的坦克、车辆和导弹发射架的运动情况。

(二) 无人侦察机

美军的无人机系统在 1991 年的海湾战争中首次亮相。8 年之后，RQ-1 “捕食者”无人机成为科索沃战争中一颗耀眼的“明星”；在阿富汗战争中，“捕食者”集成了直接打击能力，RQ-4A “全球鹰”高空长航时无人机崭露头角；在伊拉克战争中，美军部署使用的无人机型号达到了十多种，无论型号和数量都是历次战争中最的一次，反映了无人机地位和作用的不断上升。

在阿富汗战争中最早参战的无人机是“捕食者”。在美军对阿空袭的第一夜，“捕食者”就发现了护送塔利班领导人奥马尔的车队，但因美军指挥环节出差而错失炸死奥马尔的机会。2001 年 11 月 14 日晚上，美国中央情报局一架“捕食者”无人机从阿富汗首都喀布尔跟踪一群“基地”组织的士兵来到了一家旅馆，通过夜视摄像机发现塔利班和“基地”组织的大批成员正在这里开会。“捕食者”随即通过保密卫星通信链路将图像情报实时传送给美军中央司令部。经过对情报进行分析确认后，美军命令正在喀布尔上空盘旋的 F-15 战斗机在次日凌晨 1 时对这家旅馆投下了一枚 GBU-15 “灵巧炸弹”。目标被准确击中，圆满地完成了一次重要的空袭行动。在阿富汗战区，美军高级指挥官坐镇飞机上直接进行指挥，由无人机、有人侦察机等与战斗机密切配合（即“全球鹰”和“捕食者”无人机、RC-135 侦察机配合 F-15E 战斗机），组成了“传感器-射击手”网络系统，从而在几分钟内就可以完成对目标的探测、识别和打击。美军高级将领称“阿富汗战争是美军第一次将情报作为关键性武器使用的战争”。

在伊拉克战争中，美军投入作战的最重要的无人侦察机是“捕食者”和“全球鹰”。“捕食者”无人侦察机共投入了 15 架，“全球鹰”无人侦察机投入了 2 架，主要部署在科威特和阿联酋。另外，大约有 20 架“沙漠之鹰”无人机在中东几个空军基地的边界执行监视任务，保障基地的安全，搜索的对象包括躲藏在机场附近的机动车或肩扛导弹发射架的可疑人员。“沙漠之鹰”具有 10km 的视野，基本上代替了哨兵的功能。

第 2 节 侦察机的关键技术

现代航空侦察技术是指应用于航空器上的侦察技术以及对其侦察结果进行处理和应用的的手段和方法，具有综合性强、专业多、知识密集等特点。现代航空侦察技术起源于第二次世界大战。二战初期，英国首先在飞机上安装照相机用于侦察，使航空侦察手段由人工目视发展到使用照相设备；二战期间，各参战国大量使用飞机进行航空照相侦察，照相设备以可见光技术为主；二战后期，开始在飞机上装载和使用电子侦察设备。20 世纪 50 年代末期，研制出了专门用于军事侦察的飞机和红外线行扫描仪、合

成孔径成像雷达等航空侦察设备。60年代开始,航空侦察采用了实时传输技术,拥有可见光、红外、微波和电子侦察等多种侦察手段,侦察机的数量、种类和性能得到快速发展。

现代航空侦察技术主要包括航空成像侦察技术(可见光成像侦察技术、红外成像侦察技术、微波成像侦察技术)和航空电子侦察技术等。技术指标主要体现在探测距离、探测方式、探测范围、分辨率和自动化程度等方面。常用的可见光成像设备主要有画幅式相机和全景式相机,是昼间简单气象条件下获取目标图像的主要手段。随着光电领域的新技术不断应用于可见光相机,使现代可见光航空相机具有胶片成像和光电成像两种功能,通过自身含有的光电转换器将目标图像转换成数字信号,再经过数据传输设备传递到地面,缩短了情报传递时间。红外成像设备主要是红外线行扫描仪,采取被动式工作方式,由光学扫描、红外探测、信号放大和处理、显示记录等系统组成。微波成像设备主要是合成孔径侧视成像雷达,由天线、发射/接收机、调制器、记录器、控制装置等组成。电子侦察设备通常分为雷达侦察设备和通信侦察设备。

随着高新技术的不断发展,高精度、高分辨率、实时、全天时、全天候、远距离、多手段的航空侦察装备将是未来航空侦察技术发展的主要方向。未来的航空侦察技术将进一步向信息化、综合化、通用化和智能化方向发展;侦察平台将向隐身化、侦察打击一体化和无人驾驶飞机小型化方向发展;机载侦察设备将继续追求系统的通用性和配套性,同时大力发展实时侦察设备;人工智能技术将是未来航空侦察地面处理应用系统的发展方向。

一、可见光成像侦察技术

可见光成像侦察技术主要指可见光照相技术,即在 $0.4 \sim 0.7 \mu\text{m}$ 波长的可见光波段上,用胶片或其他介质记录目标影像。其设备按结构特点可分为画幅式、全景式和雷达荧光屏成像侦察设备等;按成像波段可分为全波段和多波段成像侦察设备;按记录介质可分为胶片型和光电型成像设备;按焦距的长短可分为短焦距、中焦距和长焦距成像侦察设备。未来,可见光成像侦察技术将向增大相对孔径,提高动态分辨率和影像质量的方向发展。

(一) 航空照相技术

随着各种新任务的不断提出和新技术、新材料、新设备的不断涌现,航空侦察相机也在不断更新。国外先进国家的航空侦察相机已经历了几代的发展历程,相机的功能和性能不断改善。

航空侦察相机按用途可分为普查相机和详查相机,前者分辨率适中、幅宽大、覆盖面积大,适用于大范围侦察和监视;后者分辨率高、幅宽小、覆盖面积小,适用于在普查基础上对重点目标仔细观察分析。按适用的光谱范围可分为可见光相机、红外相机和超光谱相机。按成像介质可分为胶片式相机和CCD相机等。图1-2为胶片式航空侦察相机照相侦察系统图。