

高技术战争系列丛书

高技术 现代空军

张震 苏庆谊 主编



GAO JI SHU YU XIAN DAI KONG JUN

军事科学出版社

高技术与现代空军

张 震 苏庆谊 著

军事科学出版社

(京)新登字 122 号

高技术与现代空军

张 秉 苏庆谊 主编

*

军事科学出版社出版发行

全国各地新华书店经销

空军指挥学院印刷厂印刷

*

850×1168 毫米 32 开 9 印张 209 千字

1993 年 8 月第一版 1993 年 8 月第一次印刷

印数:1—5000 册

ISBN 7-80021-593-8/E·474

定价:6.00 元

引 言

(一)

自第二次世界大战后直至今日，世界范围内爆发了一百多场局部战争和武装冲突。但人们惊奇地发现，进入 80 年代以后的局部战争展现出许多新的面貌。

首先是空中力量在战争中的地位显著上升，成为战争中的一支决定性的力量。以往的战争中，地面力量无疑是战争中的主角和决胜性的力量，空中力量则主要是担负空中支援或空中掩护的作用。而 80 年代以来，海湾战争等一系列有代表性的局部战争已清晰地表明，以空军为主的空中力量已开始成为战争中首先使用并且是不可或缺的力量，一定条件下，空中力量可以给战争的胜负带来决定性的影响。

其次是战争空间的进一步延拓。战争空间的立体性更为明显，不但以地面为其主要活动空间的陆军现已长出了有力的“翅膀”，大大提高了机动速度和突击能力，而且战争的垂直空间也在向外延伸，超出了大气层，在向外层空间扩展。外层空间成为现代战场的一部分已不再是“天方夜谭”。除我们所能直接感知的三维空间之外，电磁空间也逐渐成为名符其实的第四维战场。

再次是战争的持续时间缩短，战争的剧烈程度增强，战争的破坏性加大。持续几十昼夜的连续空中突击，可以摧毁敌方大部分战略和战术性目标；几颗精确制导炸弹，就可以达成过

去成百上千吨炸弹都难以达成的对点状目标精确突击。

第四是战争目标前所未有地与政治、经济目标结合在一起，战争胜利不以攻城掠地的多寡、人员物资的消耗数量为标准，相反战争中无谓的伤亡却大大地减少，威慑与实战并举，不战或小战而屈人之兵成为战争策划者们的至上选择。

可见，战争样式及形态在变化，而且许多是带有革命性的。其动因，就是高技术兵器在战场上的使用。自 60 年代以后，许多高新技术开始投入到新式武器装备的研制与使用中。激光、电视及先进红外、地形匹配等制导技术的实用化，带来精确制导武器的诞生。信息、微电子和计算技术的发展与应用，使现代兵器的使用和控制自动化程度产生了一次大的飞跃。侦察、预警技术的发展完善，使交战双方对战场的实时了解与掌握成为可能。大量电子设备在现代武器装备中的广泛应用，使得双方对其依赖性愈益增强，从而也使电磁对抗斗争的作用和地位大大地提高了。

到 80 年代，随着高技术武器装备在战场上的实战使用，战争面貌出现了变化。正如恩格斯所说：“一旦军事上的进步可以用于军事目的，并且已经用于军事目的，它们便立刻几乎强制地，而且往往是违反指挥官的意志而引起作战方式上的改变甚至变革。”高技术兵器在现代战场上应用的日益广泛，战争的样式也逐渐变得再不同于以往。人们惊呼：高技术条件下战争时代到来了！战争已不仅是双方人力、物力的较量，而进一步深化为双方科技能力的较量！

(二)

关于高技术，目前并没有统一的定义和说法。但相对一致的看法是，高技术一般包括在某一历史阶段对人类社会、政治、经济、军事等方面的进步产生重大影响的技术。同时，高

技术又是一个动态的、相对于过去的和一般的传统技术而言的概念。过去的高技术会成为现在的一般技术，而现在的高技术也会成为将来的一般技术。

在空军来讲，高技术就是对现阶段空军的发展、建设和使用，特别是航空武器装备的发展产生重大影响的技术。目前初步可列举出十项：主要包括隐身技术、飞行操纵控制技术、武器制导控制技术、侦察和预警技术、光电跟踪技术、电磁对抗技术、航空动力与推进技术、空中加油技术、动能和定向能等新机理武器技术、航空新材料技术等。从某种程度上说，这十项技术也是一般意义上的高技术在空军的具体体现。当然，这十项技术，并不能囊括空军这一军种所运用的全部技术，而只是其中最具有代表性、影响作用也较大的技术。同时，这十项技术中的每一种，又往往是综合性较强的技术，既是传统的一般技术的发展继承，又都运用了最新的微电子、新材料、及信息处理等多项技术。这里列出的十项技术，不是严格地从技术角度去划分的，而更多的是从各项技术对空中作战影响的角度而论的。

空军是近代科技发展到一定程度后才出现的年轻军种。空军的发展显然离不开采用当代重要的科学技术成果。对于陆军和海军这种历史悠久的军种，使用冷兵器仍然能进行战斗，并保持其军种的特性。而空军离开了航空兵器，就谈不上空中作战，就不成其为空军。正是由于空军对装备的严重依赖性，因此空军的质量建设有赖于装备技术的改善，有赖于最新、最尖端科学技术成果的应用。这也是现代空军使用高技术兵器数量、种类繁多，范围非常广泛的一个重要原因。

(三)

高技术为空军的运用，改变了空军的面貌，使其作战能力

有了质的飞跃。空中加油技术的发展和广泛应用，使空军的作战飞机可以不受或少受航程的限制，可以任意突击世界上任何地点的目标，1986年美军往返上万公里空袭利比亚的战例就是明证。精确制导技术，使空军的突击精度更高、毁伤能力更强，同时还可以用较少的兵力完成过去大量兵力才能遂行的任务。隐身技术、电磁干扰及反辐射压制等技、战术，又大大地提高了空军作战飞机的生存能力和突防能力，从而可以用较小的伤亡换取较大的战果。红外、微光等夜视设备，使空军的作战时空打破了传统昼夜的限制，可以不间断地实施突击、空战等作战行动。如此等等，空军的作战能力，随着近几十年高新技术的出现和采用，跃上了一个新的台阶。

空军高技术兵器的出现和运用，同时也在改变着现代的空战场，改变着空中作战的样式、方法。电磁对抗技术的发展，使电子干扰与反干扰成为战争双方激烈对抗的一个重要领域，空中作战编队中开始出现专用的电子干扰机、反辐射压制武器载机等，护航战斗机、对地突击飞机和电子战飞机组成的多机种编队逐渐成为现代空中作战的基本编队。多机种合同作战成为现代空中作战的基本战术样式。电磁对抗技术的发展和完善，使其在现代战争中的作用和地位进一步提高，战争的样式也渐渐出现变化。战争伊始，首先发起航空、航天一体化的电子战行动，成为现代战争的基本模式。

航空、航天一体化预警、侦察技术的飞跃，使现代的战场变得“透明”起来。少数侦察卫星就可以昼夜不间断地掌握世界各国的军事部署和动态；一架空中预警机可以监视数十万平方公里的空域，随时掌握敌机动态，并指挥引导己方飞机进行拦截或与之交战；E-8战场监视飞机的出现，使空地之间的联系更为紧密，地面的防护、伪装变得更为困难；各种电子、战

术侦察技术的进一步完善，使敌方的各种装备技术性能、战术意图更容易被侦控。战争逐渐在透明半透明的状态下进行，作战双方更多地进入了技术较量的领域。以空中预警机为中枢构成的多机种合同作战发展为空中合同作战。电子战、加油、搜索救护等支援保障飞机纷纷加入到空战编队的行列，并在数量上开始超过突击飞机的数量。空中编队向一个空中预警机指挥控制下的多编组、小机群的方向发展。

先进的机载光电跟踪与火控设备的发展，使现代战斗机具备了超视距搜索跟踪能力，先进的中、远距空空导弹的装备使用，使现代空战开始向超视距空战方向发展。海湾战争中已经出现了这样的战例。但事物的发展是辩证的，超视距空战在成为现实的同时，并不能完全取代近距离空战。隐身技术的发展就是其中一个强有力的制约。隐身技术的广泛运用，大大降低了作战飞机的可探测距离，其效果之一是提高了作战飞机的突防能力，同时，又可能使某些具有超视距空战能力的作战飞机，在一定条件下不得不回到近距离空战。具有隐身能力作战飞机的使用，还在进一步改变现代战场空中突防编队的编组方式，F-117A 等全隐身设计的战斗轰炸机的出现和投入战场，使突防编队不再需要庞大的电子、护航等支援保障飞机，几架携带精确制导武器的隐身轰炸机或战斗轰炸机，就可以遂行多个空中突击群体才能达成的任务。而随着今后反隐身技术的发展与突破，又将可能带来全新的空中作战样式及理论。

总之，高技术正在以其巨大的冲击力，改变着现代空军的编制体制结构及其战役战术，改变着空中力量的使用观点及空中作战的理论。当然，许多具体的影响作用还需要人们的进一步研究和探索。

目 录

引言.....	(1)
第一章 隐身技术.....	(1)
一、概述.....	(1)
二、隐身技术及其原理.....	(6)
(一) 隐身外形设计技术.....	(9)
(二) 隐身材料技术.....	(12)
(三) 相位对消技术.....	(16)
(四) 其它隐身技术.....	(17)
三、几种典型的隐身飞机简介.....	(18)
(一) F-117A 隐身战斗轰炸机.....	(18)
(二) ATF 先进技术战斗机.....	(23)
(三) B-2 隐身轰炸机.....	(28)
(四) A-12 隐身攻击机.....	(31)
四、隐身技术发展趋向及 对现代空中作战的影响.....	(34)
第二章 飞行控制技术.....	(39)
一、航空仪表及技术原理.....	(39)
(一) 航空陀螺仪表技术原理及其应用.....	(40)
(二) 飞行速度、高度表及大气数据系统.....	(43)
(三) 电子综合显示仪表.....	(44)
二、导航技术及原理.....	(47)
(一) 惯性导航技术及原理.....	(48)

(二) 无线电导航技术及原理	(49)
(三) 卫星导航技术及原理	(51)
三、飞行驾驶技术及发展趋势	(54)
(一) 自动驾驶仪及技术	(54)
(二) 增稳系统和控制增稳系统	(55)
(三) 电传操纵系统及余度技术	(56)
(四) 自动地形跟踪系统	(58)
(五) 主动控制技术	(58)
第三章 制导技术	(61)
一、概述	(61)
二、制导的种类	(62)
三、几种先进导弹系统及其制导技术	(66)
(一) 巡航导弹	(66)
(二) 空对空导弹	(73)
(三) 空对地导弹	(77)
(四) 地对空导弹	(83)
四、制导技术的发展趋势及其对空中作战 的影响	(92)
(一) 初级发展阶段	(93)
(二) 全面发展阶段	(94)
(三) 提高和改进阶段	(95)
(四) 制导技术的高级发展阶段	(97)
第四章 侦测、预警技术	(102)
一、航空侦察系统	(104)
(一) 有人驾驶侦察飞机	(104)
(二) 无人驾驶遥控侦察飞机	(109)
二、空中预警系统	(115)

(一) 有人驾驶预警飞机·····	(115)
(二) 无人驾驶预警机 D754 ·····	(121)
第五章 光电跟踪与火控技术·····	(125)
一、机载光电设备与技术·····	(125)
(一) 夜视设备·····	(125)
(二) 激光探测、跟踪设备技术·····	(126)
(三) 几种先进机载光电设备及其技术·····	(127)
二、机载火控设备与技术·····	(136)
第六章 电子对抗技术·····	(143)
一、电子对抗的产生和发展·····	(143)
(一) 电子对抗的萌芽时期·····	(143)
(二) 电子战初登战争舞台·····	(144)
(三) 电子对抗技术迅速发展时期·····	(146)
(四) 战后电子对抗技战术的发展与完善·····	(153)
二、电子对抗技术及装备·····	(158)
(一) 电子对抗技术及其分类·····	(158)
(二) 几种专用电子对抗飞机·····	(162)
(三) 机载电子对抗设备及武器·····	(172)
三、电子对抗技术发展趋势及对空中作战 的影响·····	(179)
第七章 航空动力与推进技术·····	(186)
一、概述·····	(186)
二、航空动力与推进技术及其分类·····	(189)
(一) 活塞式发动机·····	(189)
(二) 喷气式发动机·····	(190)
(三) 推力矢量推进技术·····	(199)
三、几种典型的航空发动机简介·····	(202)

(一) F110 涡扇发动机	(202)
(二) P31 涡喷发动机	(204)
(三) T700 涡轴发动机	(206)
(四)“飞马”发动机	(208)
四、航空动力与推进技术发展趋势	(210)
(一) 战斗机动力与推进技术	(211)
(二) 其他飞机和飞行器的发动机	(213)
第八章 空中加油技术	(216)
一、空中加油在现代战争中的作用	(218)
(一) 加大作战飞机航程和作战半径	(219)
(二) 增加作战飞机载弹量	(219)
(三) 延长作战飞机的留空时间	(219)
(四) 能够救援飞机	(219)
(五) 有利于机动兵力	(220)
二、加油方式	(220)
(一) 软管式加油系统	(220)
(二) 硬管式加油系统	(221)
三、加油程序	(221)
(一) 会合	(221)
(二) 对接	(221)
(三) 加油	(222)
(四) 解散	(223)
四、空中加油机及技术	(223)
(一) KC-135 空中加油机	(223)
(二) KC-10A 空中加油机	(224)
(三) 伊尔-78 空中加油机	(225)
五、受油机	(226)

六、直升机空中加油技术·····	(226)
(一) 直升机空中加油的作用·····	(226)
(二) 直升机空中加油技术对空中 加油机的要求·····	(227)
(三) 受油直升机与受油装置·····	(228)
(四) 直升机的加油程序及相对位置·····	(229)
七、空中加油技术的发展趋势·····	(230)
(一) 发展大型加油机·····	(230)
(二) 发展运输加油两用型飞机·····	(230)
(三) 研制新机必须考虑具有加受油能力·····	(230)
第九章 动能、定向能反导技术·····	(231)
一、动能武器·····	(231)
二、定向能武器·····	(233)
(一) 高能激光技术·····	(233)
(二) 粒子束武器·····	(236)
三、“星球大战”计划与飞机·····	(247)
(一) 由战斗机上发射“反卫星导弹”·····	(247)
(二) 大气层外的飞机·····	(248)
第十章 航空新材料技术·····	(250)
一、飞机构造与材料·····	(251)
二、航空新材料技术及发展趋势·····	(254)
(一) 热塑性复合材料与热固性复合材料·····	(255)
(二) 金属基复合材料·····	(256)
(三) 航空陶瓷材料·····	(257)
(四) 铝锂合金·····	(259)
(五) 高温合金材料·····	(260)
(六) 高温超导材料·····	(263)

(七) 结构型吸波材料·····	(264)
(八) 导电塑料材料·····	(265)
主要参考资料·····	(268)
后记·····	(269)

第一章 隐身技术

一、概述

在近 10 年来的航空技术发展中，没有哪一项技术的发展能够像隐身技术的发展一样，在军用航空领域引起如此大的轰动和广泛的关注。有人称，隐身技术的问世是航空发展史上的一个重要里程碑，同时也标志着 80 年代航空高技术领域一系列的重大技术突破。这种说法如果说在 80 年代还有人提出怀疑的话，那么在经过了 90 年代初的海湾战争实践检验之后，人们便不再提出异议了。在这次战争中，美国使用了 42 架 F-117A 隐身战斗机，专门用来突击伊拉克防空火力密集的国家军事指挥中心、核化设施及空军指挥机构等，出动架次只占多国部队飞机总轰炸架次的 2%，却轰炸了目标清单中 40% 以上的战略目标，而自己则无一伤亡。F-117 是唯一能在巴格达强大的防空系统中自由活动的飞机，这不能不引起各国空军的震撼。人们惊呼，隐身时代已经到来了！隐身技术将改变现代空中力量的面貌，改变现代空中作战的模式……。如果说，喷气式发动机的出现带来了一场革命的话，那么隐身技术带来的是另一场革命。无怪乎各国都纷纷投入大量人力、财力，加紧研究隐身反隐身技术。

隐身并不是个新概念，它在自然界中早就存在。各种动植物都本能地应用着这项技术，如昆虫和野兽的颜色，为了生存的需要，在发展演化中，变成与大自然相近的颜色。人类则利用伪装和设置假目标来掩蔽自己。从这些最简单的例子可以看

出，在一定意义上，隐身就是隐蔽性；在飞行器方面，隐身就是低可探测性。隐身也是相对的，相对于探测手段。在早期的航空活动中，人们的探测手段还很有限，只能是依赖于人类自身的视觉和听觉，这时的隐身技术也比较简单，只要能欺骗敌人的眼睛或耳朵便足够了。为此，人们尝试并采用了简便的途径和技术。

1912年5—6月间，奥匈帝国航空队的一名军官试飞了一架“鸽”式单翼机，飞机骨架上蒙了一层透明的从赛璐珞中提炼出来的材料。这架飞机飞到约300米高时，飞机本身通过透明材料的光折射，与天空溶为一体，地面上就看不见了。当飞行高度降到230米以下时，飞机骨架的内部结构隐约可见。这可算是人类最早采用的飞行器隐身技术了。采用类似的手段，达到飞机隐身的目的，在以后的航空史上还有过多次。1935年，苏联研制了一种称为“罗道伊德”的透明材料，用在雅科夫列夫设计局研制的一种飞机上，该机的内部结构还涂了一层银白色涂料，使其更难以发现。虽然有时地面上的人听到了飞机声音，但却看不到飞机本身。

另一种对人类的视觉隐身的办法就是我们今天的飞机仍大量采用的飞机蒙皮涂刷各种伪装色的办法。伪装色有银灰色、蓝灰色、黄褐色、金属银白色、迷彩色以及夜间轰炸机、侦察机所惯用的黑色等。

此外，减少飞机发动机排出的浓烟也一直是隐蔽飞机行动的一个重要途径。这项技术往往通过改进发动机的性能来实现。

相对于听觉的隐蔽只能是减小发动机的声音。一方面，这是航空技术发展中一直致力于去改善的工作；另一方面，声音的传播速度有限，即使是在亚音速飞机时代，人们利用声音对

飞机的探测预警，由于预警时间很短也缺乏实际意义。特别是喷气式飞机诞生以后，这个问题便不复存在了。因此在早期的飞机隐身技术中，只是对可见光的隐蔽。

雷达技术问世以后，使人类增加了一种新的有效探测手段。也正是雷达的出现，才使得飞行器的隐身具有了今天我们谈论的“隐身技术”中的涵义，即降低飞机的雷达反射截面积(RCS)，这是今天的隐身技术中最关键最重要的一环。

早在第二次世界大战期间，雷达刚问世不久，德国人就发明了一项针对雷达探测的隐身技术。他们在潜艇的通气管上涂了几层吸收雷达波的材料，这样，当艇上的水手需要把通气管伸出水面时，装备雷达的盟军飞机就发现不了潜艇。当时把这一技术叫做减弱通气管的雷达信号特征。但德国人却没有在整个潜艇外壳和飞机上使用这种涂料。而美国人却率先把这项技术用于飞机的隐身。1945年前后诺思罗普公司发明了一种叫做MX-410的吸波涂料，效果比较好，但涂的层数太多，飞机重量增加也太多，影响飞机性能。甚至有几架，MX-410涂料重得使飞机都飞不起来。在军用飞行器领域内的现代隐身技术研究，从这时起就已开始了。

进入50年代，美国的侦察和情报机构开始把降低军用飞机的可探测性作为一项基本指标。1953年3月，美国空军制订的高空侦察机计划，其技术要求中就包括“机体设计要考虑最大程度地降低被敌方雷达探测到的可能性”的指标。按照这一计划研制的RB-57D、X-16（该计划后被取消）和U-2侦察机，都部分采用了隐身技术。如1955年8月首飞成功的U-2高空侦察机，尾部装有红外挡板，采用了细长的机身外形，并涂敷了浅黑色的雷达吸波涂层。但这时的雷达吸波材料效果还不够理想，因此后来的U-2往往无法躲过敌方雷达的