



军事迷
天地

兵器知识百问图解系列

《兵器知识》杂志社
权威发布



不可不知的兵器知识
详尽权威的百问解答



图解 现代空战兵器 百问

《兵器知识》杂志社◎组编
朱宝鏊◎编著



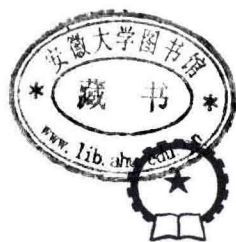
机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

兵器知识百问图解系列

图解现代空战兵器 100 问

《兵器知识》杂志社 组编

朱宝鏊 编著



机械工业出版社

战机以其快速反应、高速机动、远程作战和猛烈突击的能力，对战争的进程和结局产生重大的影响，成为现代国防和高技术局部战争中一种重要的武器。本书以百问图解的形式，为广大军事爱好者介绍了现代空战兵器的装备知识，文中配有大量先进装备的结构原理图，力求以点带面，让读者更直观地深入了解武器装备的性能和使用特点。本书同时也是青少年朋友们不可多得的课外科普读物。

图书在版编目 (CIP) 数据

图解现代空战兵器 100 问 / 《兵器知识》杂志社组编；
朱宝莲编著. —北京：机械工业出版社，2012.12
(兵器知识百问图解系列)
ISBN 978-7-111-40413-2

I. ①图… II. ①兵… ②朱… III. ①军用飞机—青
年读物 ②军用飞机—少年读物 IV. ①E926.3-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 272944 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑：李 浩

责任编辑：李 浩 韩旭东

责任印制：乔 宇

保定市中华美凯印刷有限公司印刷

2013 年 1 月第 1 版 · 第 1 次印刷

145mm×210mm·6.625 印张·1 插页·145 千字

标准书号：ISBN 978-7-111-40413-2

定价：36.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心：(010) 88361066

教材网：<http://www.cmpedu.com>

销售一部：(010) 68326294

机工官网：<http://www.cmpbook.com>

销售二部：(010) 88379649

机工官博：<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线：(010) 88379203

封面无防伪标均为盗版

总 序

千里之行，积于跬步。九层之台，起于叠土。作为军事科普战线的一员，《兵器知识》自创刊以来，始终坚持“普及兵器科技知识，提高全民国防观念，为实现国防现代化，特别是为武器现代化服务”的办刊理念，同时深刻地体会到，在建设有中国特色的文化大国的同时，也要建立与我国国际地位相适应的国防力量。在增强国家软实力大潮的推动下，我们除了兢兢业业办好自己的刊物外，总想着为了更好地普及兵器知识，为国防建设服务，还应该根据国际国内形势的深刻变化做点什么。

于是有人提出是否可以编写一套有关现代兵器基础知识的系列丛书。这个想法一经提出，立刻得到了主管领导和杂志社同仁的大力支持。

编写组当即选取了当代具有典型意义的五种武器：导弹、飞机、水面舰艇、潜艇和轻武器，对它们进行系统的梳理。为贴近读者，增强知识普及的效果，采用了设问的样式，以一问一答的形式来编写。每类兵器巧设百问，通俗简明作答，易读易懂。在问答间，又辅以精美图片与图表，以期图文并茂。

编写这套丛书的大量基础性资料来自于过去的 30 多年里《兵器知识》编辑出版的数百期杂志。在此，仅代表杂志社向这些年来长期支持和关心我们的专家学者表示由衷的感谢，是他们长期以来以《兵器知识》为平台所做的科普工作，为我们这套丛书的编写奠定了基础。在浩如烟海的资料中，编写组检索搜寻，分门别类，条分缕析，编辑汇总，同时也实时地根据武器装备的最新发展情况，结合新的技术动向，编写和补充了许多新的内容。

这套丛书的编写工作，从提出意向到最后成书，仅用了不到半年的

时间，在这 100 多个日夜里，编写组可谓是废寝忘食、夜以继日、挥汗案头，事虽小而事业之心可见。在此也向他们表示慰问。

正因为此，时间短、人手少，疏漏之处在所难免，恳请各位专家学者不吝赐教，我们将虚心听之，以待改正。

丛书出版之日，也望我们热心的读者多提宝贵意见，在此一并期盼！

《兵器知识》杂志社



前 言

飞行是潜藏在人类心底深处最久远的渴望之一。在各种神话传说中，充满着各式各样的飞行。阿拉伯神话《一千零一夜》中有神奇的飞毯，《圣经》中的天使长了翅膀，魔法世界里的扫帚满天飞，哪吒的风火轮更是别具一格。终于梦想实现了，1903年，莱特兄弟驾驶着自己设计制造的第一架依靠自身动力进行载人飞行的飞机“飞行者1号”飞上了天空。那是一架普通双翼机，它的两个推进式螺旋桨分别安装在驾驶员位置的两侧，由单台发动机链式传动。第一次试飞虽然只飞行了36米，留空12秒，但从此天空不再一样。

如今，飞机应用于军事活动已有百年，从当时勉强能离地飞行到现在在大气层外翱翔的航天飞机，发展之快远超出了人们的想象。简单来说，有动力装置和固定翼的重于空气的航空器就叫飞机，但它的设计和制造却绝不仅是在尖尖的机头上配一副翅膀那样简单。如何让作战飞机飞得更快、机体重量更轻、携带武器更多、驾驶更简便，甚至让雷达探测不到，是每个飞机设计师不断追求的目标。一架飞机，其外形的每一个弧线的角度，每一个部件的位置、强度、刚度、重量等都要经过严格的计算、试验。飞机的研制涉及一个国家的材料、机械工艺、电子电气、试验等各个方面，如果说汽车工业是一个国家的“工业之花”，那么，飞机工业则是一个国家综合国力的象征。

本书并不是让大家如何成为一名飞机设计师，只是根据笔者多年从事飞机研究工作的经验，将其中一些有趣的东西展现给大家，比如飞机的结构、各种气动布局的优劣、发动机的选择、武器的使用等，希望能起到抛砖引玉的作用。以一斑而窥全豹，若能激起读者朋友们探索的愿望，就足以慰藉了。

目 录

总序

前言

- No. 001. 飞机由哪些部件组成? 结构形式有哪些? 2
- No. 002. 哪些材料可以用来制造飞机? 4
- No. 003. 什么是气动布局? 6
- No. 004. 无尾布局的飞机真的没有尾翼吗? 8
- No. 005. 什么是鸭式布局? 10
- No. 006. 飞翼布局和三翼面布局是怎样的? 12
- No. 007. 单翼机的机翼有哪些类型? 14
- No. 008. 前掠翼飞机有哪些? 16
- No. 009. 前掠翼有什么优点? 18
- No. 010. 前掠翼飞机存在哪些问题? 20
- No. 011. 三角翼飞机的机翼是什么样的三角形? 22
- No. 012. 最早采用鸭式布局的作战飞机是哪种, 现在又有哪些? 24
- No. 013. 为什么鸭式布局很受欢迎? 26
- No. 014. 为什么美国的 F-22 和 F-35 没有采用鸭式布局? 28
- No. 015. 什么是边条翼? 30
- No. 016. 如何决定边条翼的形状及面积大小? 32
- No. 017. 飞机机翼上有多少能活动的小翼面? 34
- No. 018. 副翼有什么作用? 36
- No. 019. 前缘襟翼与后缘襟翼的作用是什么? 38
- No. 020. 后缘襟翼有哪些分类? 40
- No. 021. 前缘襟翼/前缘缝翼的结构是怎样的? 42
- No. 022. 减速板/扰流板有什么作用? 44

- No. 023. 作战飞机的“心脏”是什么？ 46
- No. 024. 最早大量使用的喷气发动机是哪种？ 47
- No. 025. 发动机的位置放在哪里比较好？ 48
- No. 026. 涡扇和涡桨发动机有什么区别？ 50
- No. 027. 战斗机的发动机用单发好还是双发好？ 52
- No. 028. 喷气飞机进气口的作用是什么？ 54
- No. 029. 进气系统和进气口如何分类？ 56
- No. 030. 超声速飞机进气口的外形有什么特点？ 58
- No. 031. 腹部及两侧进气道为何不贴身安装？ 60
- No. 032. 隐身飞机的进气口设计时应该注意什么问题？ 62
- No. 033. 飞行员如何控制发动机？ 64
- No. 034. 什么是推力矢量技术？ 66
- No. 035. 飞机的起落架是什么样的？ 68
- No. 036. 作战飞机的座舱如何布置？ 70
- No. 037. 怎样保证飞机在激烈的战斗中不解体？ 72
- No. 038. 飞机要通过哪些重大试验来验证它是安全的？ 74
- No. 039. 飞机发展历程中的第一难关是什么？ 76
- No. 040. 飞机的雷达隐身方法有哪些？ 78
- No. 041. 什么是雷达截面积 (RCS)？ 80
- No. 042. 与 RCS 有关的主要因素有哪些？ 82
- No. 043. RCS 的测试及表示方法是什么？ 84
- No. 044. RCS 值对作战效能的影响表现在哪些方面？ 86
- No. 045. F-117 是一种什么样的飞机？ 88
- No. 046. 如何发现隐身战机？ 90
- No. 047. 飞机的红外特性是什么？ 92
- No. 048. 如何实现飞机的红外隐身？ 94
- No. 049. 直升机的隐身与固定翼飞机的隐身有什么不同？ 96
- No. 050. 什么是超声速巡航？ 98
- No. 051. 什么是“音障”？ 100

- No. 052. 音爆是什么现象? 102
- No. 053. 飞机在超声速快滚时, 为什么会失去控制? 104
- No. 054. 无人驾驶飞机的优缺点是什么? 106
- No. 055. 航空炸弹的种类有哪些? 108
- No. 056. 航空炸弹的投放方式有几种? 110
- No. 057. B-52 轰炸机为什么能服役超过半个世纪? 112
- No. 058. B-1B 轰炸机一共生产了多少批次? 114
- No. 059. 为什么说 B-2 轰炸机物美价不廉? 116
- No. 060. 前苏联图-95 轰炸机有多少改型? 118
- No. 061. “海盗旗”如何迎战“枪骑兵”? 120
- No. 062. 是否还需要远程轰炸机? 122
- No. 063. 发展强击机还是武装直升机? 124
- No. 064. 一机专用、一机多用还是一机多型? 126
- No. 065. 什么是格斗空战? 128
- No. 066. 什么是超视距空战? 130
- No. 067. 在超视距空战中, 先发射导弹的一方更安全吗? 132
- No. 068. 优先发展格斗空战的飞机还是超视距空战的飞机? 134
- No. 069. 发展无人攻击机还是发展导弹? 136
- No. 070. 更新武器装备的原则是什么? 138
- No. 071. 舰载机为什么会比同类的陆基飞机重、起飞重量小? 140
- No. 072. 弹射起飞对飞机还有哪些影响? 142
- No. 073. 滑越起飞对飞机有什么要求? 144
- No. 074. 飞机着舰为什么危险? 146
- No. 075. 垂直起降作战飞机的设计有什么困难? 148
- No. 076. 垂直起降飞机有哪几类? 150
- No. 077. 预警机是怎样出现的? 152
- No. 078. 现代空中预警机有哪些? 154
- No. 079. 预警机内的操纵台数量能说明什么问题? 156
- No. 080. 研制或采购空中预警机要考虑哪些问题? 158

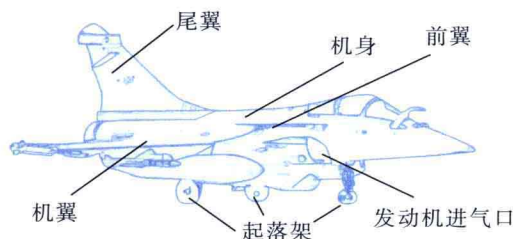
- No. 081. 哪些机型可以改装成空中预警机? 160
- No. 082. 研制预警机难在哪里? 162
- No. 083. 什么样的运输机才能称为大型运输机, 如何来界定? 164
- No. 084. 2/3 次方定律是如何影响大飞机发展的? 166
- No. 085. 如何用非制导炸弹轰炸地面目标? 168
- No. 086. 空对地武器有哪些? 170
- No. 087. 无人攻击机与导弹的区别是什么? 172
- No. 088. 空地导弹一般挂在飞机的哪里? 174
- No. 089. 空地导弹是否一定要命中目标才能达到杀伤目的? 176
- No. 090. 空对空武器有哪些? 178
- No. 091. 空空导弹的制导原理是什么? 180
- No. 092. 发射导弹的条件是什么? 182
- No. 093. 空空导弹的改进重点是什么? 184
- No. 094. 空战中导弹一旦发射出去, 目标就跑不了吗? 186
- No. 095. 导弹的最大射程就是可以开火的距离吗? 188
- No. 096. “全向攻击”的导弹能够从目标四周任一方向攻击吗? 190
- No. 097. 发展航炮还是发展空空导弹? 192
- No. 098. 航炮的口径究竟多大合适? 194
- No. 099. 飞机上也能用激光打导弹吗? 196
- No. 100. 美国机载激光武器系统是怎样工作的? 198

**兵器知识
百问图解
现代空战兵器**

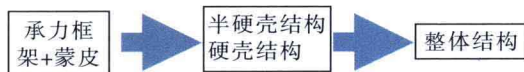
飞机由哪些部件组成？结构形式有哪些？

飞机机体是指飞机的机翼、机身、尾翼（包括垂直尾翼和水平尾翼）、前翼（也称为鸭翼）、发动机舱（有的与机身结合在一起）和起落架。

早期的飞机采用承力框架外加蒙皮（用层板帆布或金属薄片）制成。为保持机体正确的形状和受力后少变形，在机翼、机身之间往往拉上很多钢索或钢丝，有时还使用支撑杆。这样，飞机受到的所有力，如空气产生的升力、阻力，飞机本身的重力和发动机通过螺旋桨产生的拉力等主要就



由框架承担，蒙皮（飞机外表覆盖面）只是起到保持外形和将空气产生的力传给框架的作用。



20 世纪 30 年代中期，飞机动力装置的功率提高很快，飞机速度大增，对飞机结构的要求更高，于是出现适度增强蒙皮来承受外力的要求，这就产生了半硬壳结构。半硬壳结构指除飞机大梁外，外壳也要承受一部分力。这种结构的机体蒙皮用层板或金属薄板（主要是硬铝合金）制成，内部用

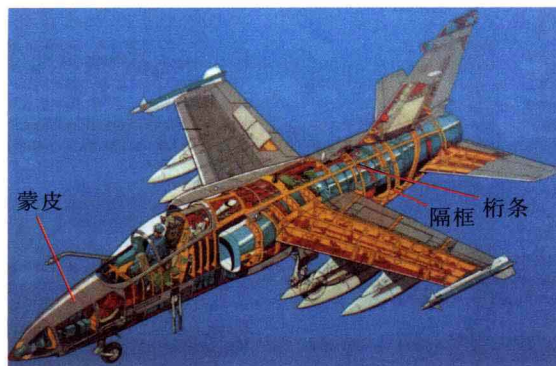


图 1 战机结构示意图

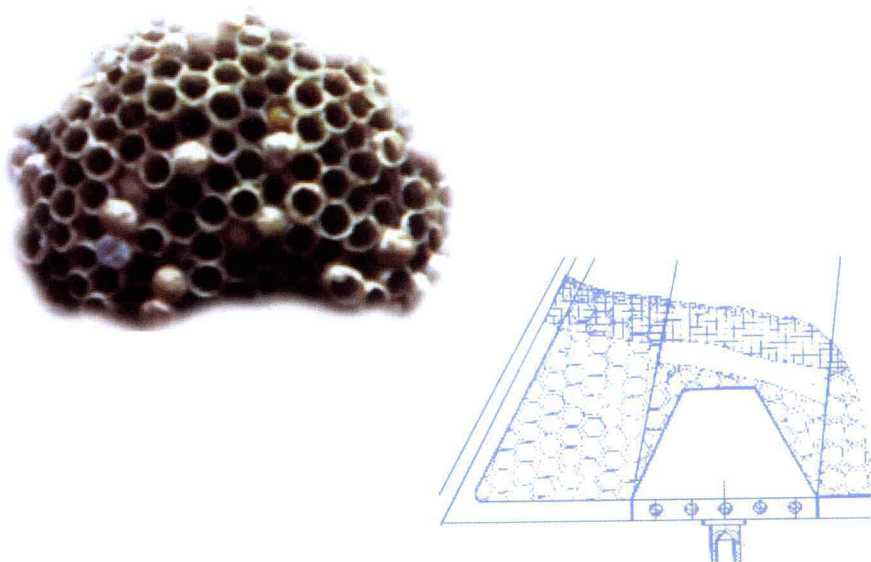


图2 蜂窝结构示意图

一些细长的加固件加强（称桁条）。这种形式目前仍在广泛采用。既然有半硬壳结构也就会出现“全硬壳”结构，但前面一般不必加上“全”字。这样的机体结构全部由外壳受力，没有承受主要载荷的大梁，但可以有許多小桁条加固蒙皮，使它受力时稳定，不容易变形（如起皱纹或鼓起来）。

喷气式高速飞机的出现要求采用很薄的机翼，相对厚度（厚度与翼弦长度之比）有的只有3%~4%（如F-104战斗机），于是出现一种新的结构形式即“整体结构”，即将蒙皮、桁条和腹板等加工为一整体，要从一块很厚的金属板中变厚度切削出蒙皮、桁条。这样的结构形式受力很好且很轻，但是原材料可能要切削掉95%，对加工机床（如铣床）的性能要求很高，也很费工时。现代作战飞机真正用整体结构的不多，经常采用类似的整体壁板，即将尺寸很大的一块块壁板组合成飞机的结构（见图1）。

另外还有一种结构形式称“蜂窝结构”。首先用非金属或金属材料制成蜂窝格子形状，再在上下表面“粘”上两块板材，组成一个完整的结构。这种结构形式目前主要用于受力相对小的舵面、舱门、口盖等部位（见图2）。

哪些材料可以用来制造飞机？

现代作战飞机主要用铝铜（镁）合金制成，受力大的局部部位用合金钢。由于近一二十年新材料不断出现，铝锂合金、钛合金、碳纤维或玻璃纤维复合材料等材料也逐渐用于飞机工业中。

锂（Li）是一种银色、很轻的软金属，相对密度只有 0.534，原子序排第 3 位，很易氧化，不宜直接暴露在空气中。铝锂合金早在 20 世纪 20 年代就已出现，但加工难度大，所以直到近年才被使用。这种合金比常用的铝合金轻 10%，而硬度更大，刚度（指不易变形的程度）则高出 10%。欧洲战斗机“台风”级首次将其作为飞机的主要锻件和机翼的主框架。

钛合金的密度是铝合金的 1.7 倍，强度很大，尤其是耐高温、抗疲劳方面比铝合金好得多，在通常飞机使用条件下不会发生腐蚀。缺点是价格是铝合金的 10~20 倍，而且非常难加工。高速作战飞机使用钛合金的部件很多。近年来一般战斗机上使用钛合金的比例也在快速增加，F-22 战斗机

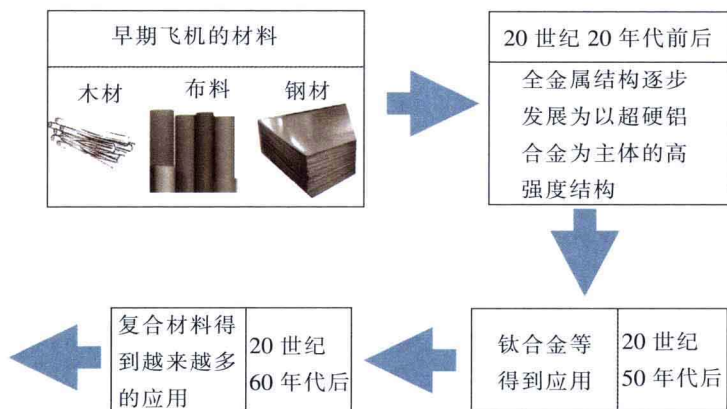


图 3 制造飞机使用的材料演变图

使用钛合金的比例高达 39% (见图 3)。

现代作战飞机使用的复合材料是在环氧树脂的基础上内埋增强纤维结合而成的,具有良好的力学特性和化学防护特性。这类材料具有极好的比强度和刚度,可以直接制造成各种复杂的形状。缺点是对破损的敏感性很高,作战时被炮弹或弹片打中受损后强度大为降低,而且断裂部位很难修理,作战生存力较差,复合材料价格也偏高,这些都阻碍了它在机体中被大量采用 (见表 1)。



欧洲战斗机“台风”级首次将铝锂合金作为飞机的主要锻件和机翼的主框架

表 1 一些战斗机机体所用材料的重量比例

	铝合金	钢合金	钛合金	复合材料	其他
F-22	16%	6%	39%	24%	15%
“台风”	(铝锂合金) 30%	—	20%	40%	10%
F/A-18	55.4%	14.1%	8.3%	10.3%	11.8%
米格-31	31%	46%	16%	1%	6%

什么是气动布局?

飞机的气动布局是指飞机的各个主要空气动力翼面，如机翼、尾翼等是如何放置的。一般观察一架飞机首先会注意到的是它的气动布局，它是飞机总体布局的一个重要组成部分。所谓总体布局还包括发动机、座舱或驾驶舱、武器舱以及重要的设备等放在哪里的问题。

人类研制飞机从仿效飞鸟开始，气动布局也是如此。飞鸟没有“垂直尾翼”，其水平尾翅左右倾斜即可起到飞机垂直尾翼的作用。至于鸟类翅膀的扑动除了产生升力外，还可同时产生前进的动力。在扑动过程中，鸟的翅膀还会做相应的变形，而且其扑动动作十分复杂。人类研制飞机之所以取得成功，十分关键的一点是摆脱了完全仿照鸟类飞行方式的思维框框。第一架研制成功的飞机就是将产生升力和前进动力的手段分开，前者用机翼产生，后者用带螺旋桨的发动机产生。到目前为止，扑翼飞机除了作为小型无人机和玩具外，始终没能完全研制成功。

莱特兄弟的第一架飞机气动布局很特殊。它将水平尾翼放在机翼前面，垂直尾翼放在后面。这主要是为了平衡重量分布，使飞机重心落在机翼上。但即使这样，这架飞机的重心还是有点靠后，俯仰不安定，所以飞行十分困难，要靠飞行员的操纵技术来克服。这种气动布局使飞机长度及体积重量都有所增加，所以后来已很少有人采用。

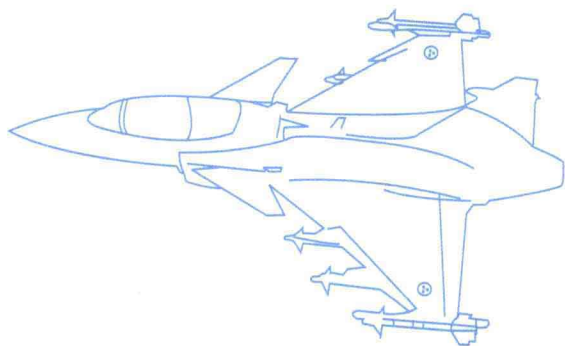


图4 鸭式布局示意图

在此后不久，研制

飞机的人们便将飞机的水平和垂直两种尾翼都放在机翼后面以缩短飞机长度。这种布局十分成功，被称为常规布局，一直沿用到现在，美国的 F-22 就是采用的这种形式。在第一次世界大战期间，战斗机为增加升力面积和结构强度曾经普遍采用双机翼甚至三个上下放置的机翼。到战后，由于结构材料的改进和结构设计的进步才逐渐改为单机翼。

经过几十年的发展，现代作战飞机的气动布局已有很多种，除了常规布局，还有无尾布局、鸭式布局、飞翼布局和三翼面布局等。一般来说，在无平尾飞机的机翼前加装小翼面（多数可操纵）的称为鸭式布局（见图 4），而在已有水平尾翼的飞机机翼前再加水平翼面的称为三翼面布局，只有垂直尾翼没有水平尾翼的称无尾布局，连垂直尾翼都没有只有机翼的称飞翼布局（见图 5）。

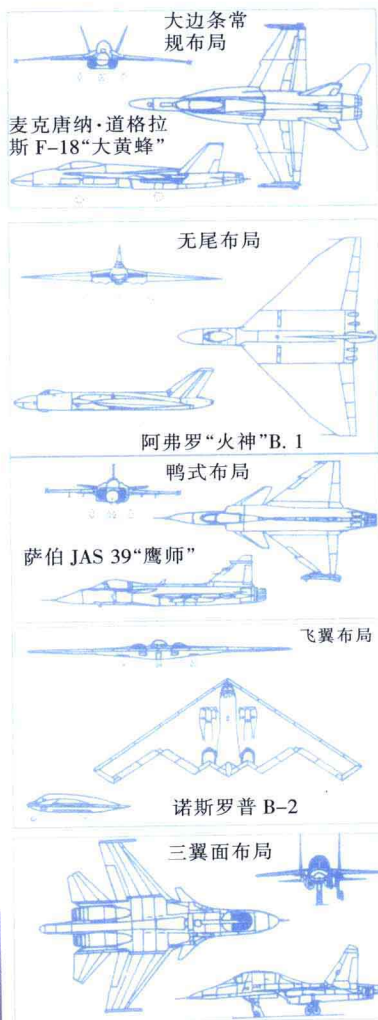


图 5 现代作战飞机几种常见的气动布局示意图

正在接受空中加油的“幻影”2000 战斗机，它是典型的无尾三角机翼布局，前面的小翼是固定的，只能称作“涡流发生器”而不是鸭翼