

飞机制造工艺

航空宇航制造工程系编

050830124

马 飞

南京航空航天大学

V262/1008



NUAA2012044495

V262
1008-

第一章	飞机结构及其特点	1
1.1	飞机结构及组成	1
1.2	机翼	2
1.2.1	机翼概述	2
1.2.2	机翼结构组成	2
1.2.3	机翼结构形式	6
1.3	机身	11
1.3.1	机身结构概述	11
1.3.2	机身结构组成	11
1.3.3	机身结构形式	12
1.3.4	机身典型结构布局	15
1.4	尾翼	19
1.4.1	尾翼结构概述	19
1.4.2	安定面的结构特点及布局	19
1.4.3	全动平尾	21
1.5	飞机结构的特点	24
1.5.1	气动要求	24
1.5.2	质量要求	24
1.5.3	使用维护要求	24
1.5.4	工艺要求	24
1.6	飞机结构的工艺性	25
第二章	飞机制造工艺特点与互换协调方法	26
2.1	飞机制造工艺的特点	26
2.1.1	飞机产品使用要求的特点	27
2.1.2	飞机产品结构的特点	27
2.1.3	飞机制造工艺特点	28
2.2	飞机制造工艺的互换协调	28
2.2.1	飞机制造互换协调的概念	28
2.2.2	飞机制造中的协调问题	29
2.3	飞机制造互换协调方法	37
2.3.1	模线样板工作法	37
2.3.2	模线样板—标准样件协调系统	44
2.3.3	模线样板—局部标准样件协调系统	45
2.3.4	基于数字样机的互换协调方法	46
第三章	飞机结构件制造工艺	51
3.1	概述	51



2012044495

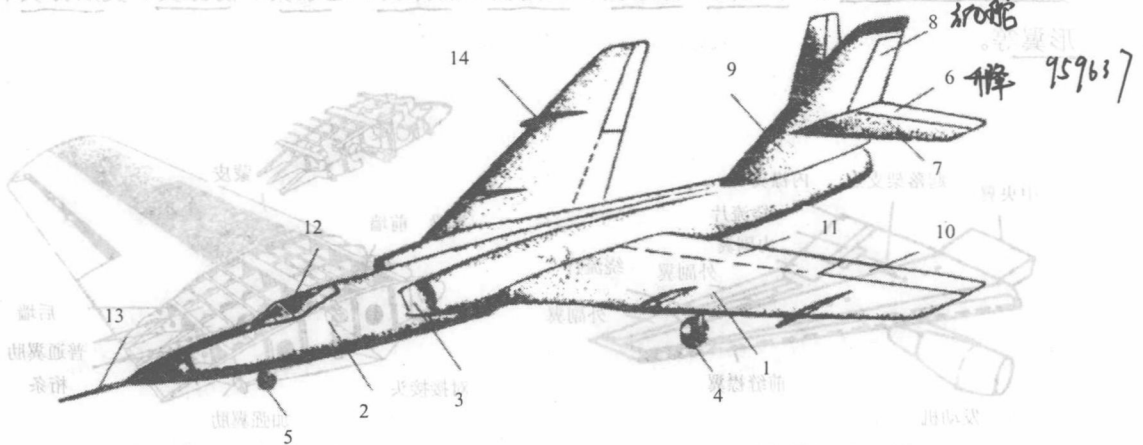
3.2	飞机整体结构主要工艺特点	52
3.3	整体壁板的制造	54
3.2.1	毛坯供应	55
3.2.2	整体壁板切削加工	56
3.2.3	整体壁板的化学铣切	61
3.2.4	整体壁板的成形	62
3.3	框类整体零件的制造	64
3.3.1	概述	64
3.3.2	外形加工	65
3.3.3	交点孔的加工	67
3.4	大型骨架零件的制造	67
3.5	挤压型材和桁条零件的机械加工	68
3.5.1	概述	68
3.5.2	毛坯供应	68
3.5.3	挤压型材的外形加工及其所用机床	69
	第四章 飞机钣金零件制造工艺	73
4.1	平板零件和毛料的制造方法——剪裁、铣切及冲裁	73
4.1.1	平板零件和毛料的制造方法之一——剪裁	73
4.1.2	平板零件及毛料制造方法之二——铣裁	75
4.1.3	平板零件或毛料制造方法之三——冲裁	77
4.2	飞机型材零件的制造方法——压弯、滚弯、拉弯	80
4.2.1	板弯型材的压弯成形	80
4.2.2	型材零件弯曲的特点	84
4.2.3	型材零件的滚弯成形	86
4.2.4	型材零件的拉弯成形	88
4.3	飞机回转体零件的制造方法——旋压、胀形和拉深	92
4.3.1	拉深基本原理及拉深件的制造	93
4.3.2	旋压	96
4.3.3	胀形	98
4.4	框肋类零件的成形方法——橡皮成形	98
4.4.1	零件的特点	98
4.4.2	常用的成形方法	99
4.4.3	橡皮成形压床	100
4.4.4	橡皮的变形特性	101
4.4.5	橡皮成形的机理	103
4.5	飞机蒙皮零件的成形方法	111
4.5.1	蒙皮滚弯成形	112
4.5.2	蒙皮拉形	116
4.5.3	镜面蒙皮成形	127
4.6	飞机复杂壳形零件的成形方法	129
4.6.1	典型零件分类	130
4.6.2	落压成形	131

4.6.3	橡皮拉深成形	142
4.7	飞机钣金零件制造的新工艺新方法	146
4.7.1	高能成形	146
4.7.2	蠕变成形和应力松弛成(校)形	152
4.7.3	激光切割	156
第五章 飞机装配工艺		159
5.1	机体结构的分解与分离面	159
5.2	飞机装配的准确度要求	161
5.3	飞机装配中的定位方法	163
5.3.1	装配定位的特点	163
5.3.2	定位方法	164
5.3.3	部件装配中形成气动外形的装配基准	166
5.4	飞机装配中的连接工艺	168
5.4.1	铆接	168
5.4.2	螺栓连接	181
5.4.3	胶接	182
5.4.4	点焊	190
5.4.5	混合连接	193
5.5	飞机部件装配	197
5.5.1	薄壁结构部件的铆接装配	197
5.5.2	夹层结构部件的胶接装配	204
5.6	飞机总装配	208
5.6.1	飞机总装配工作内容及特点	208
5.6.2	飞机总装配工作过程	209
5.6.3	飞机各部件的对接及水平测量工作	211
5.6.4	各系统设备的安装、调整和检验	213
5.7	先进飞机装配技术的发展概况	215
第六章 飞机工艺装备设计与制造		225
6.1	飞机工艺装备概述	225
6.1.1	飞机工艺装备的概念	225
6.1.2	飞机工艺装备的作用	225
6.1.3	飞机工艺装备的分类	227
6.1.4	飞机工艺装备的选择	227
6.2	标准工艺装备	228
6.2.1	标准工艺装备的概念	228
6.2.2	标准工艺装备的作用	229
6.2.3	标准工艺装备的分类	229
6.2.4	标准工艺装备的选择	230
6.2.5	标准工艺装备的设计	231
6.2.6	标准工艺装备的制造	233

第一章 飞机结构及其特点

1.1 飞机结构及组成

飞机是使用最广泛、最具有代表性的航空飞行器，它主要由机体、飞机操纵系统、飞机动力装置和机载设备等部分组成，其中机体包括机翼、机身及尾翼等部件，构成飞机的主体结构，如图 1-1 和图 1-2 所示。



1—机翼；2—机身；3—进气口（发动机在机身内）；4—起落架主轮；5—起落架前轮；6—升降舵；7—水平安定面；8—方向舵；9—垂直安定面；10—副翼；11—襟翼；12—驾驶员座舱；13—空速管；14—翼刀

图 1-1 飞机的主要组成部分

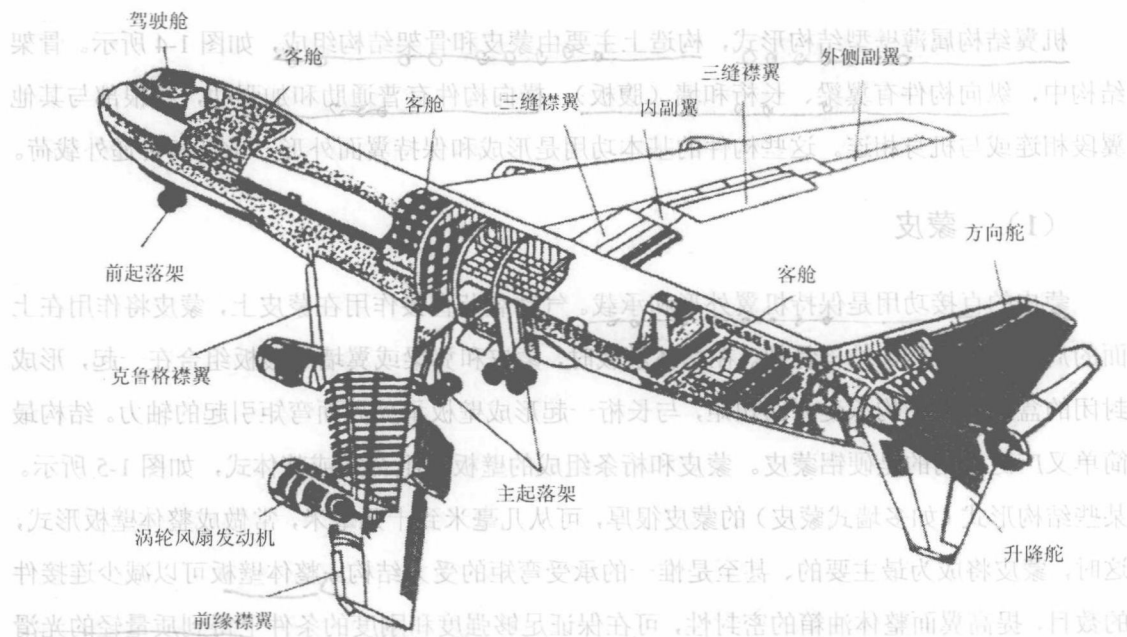


图 1-2 波音-747 宽体客机

1.2 机翼

1.2.1 机翼概述

机翼是飞机产生升力和滚转操纵力矩的主要部件，同时也是现代飞机存储燃油的地方。

机翼作为飞机的主要气动面，是主要的承受气动载荷部件，其结构高度低，承载大。它一般由机翼主盒、襟翼、扰流片、副翼、前缘襟翼、发动机吊挂等部分组成，如图 1-3 所示。

机翼重量一般占全机重量的 8%—15%，机翼结构重量占机翼重量的 30%—50%。机翼通常有以下气动布局形式：平直翼、梯形翼、三角翼、后掠翼、边条翼、前掠翼、变后掠翼和菱形翼等。

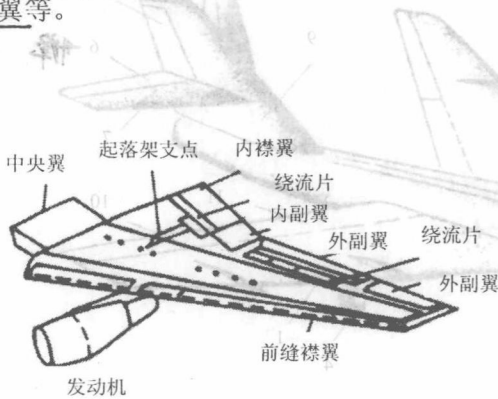


图 1-3 机翼布置

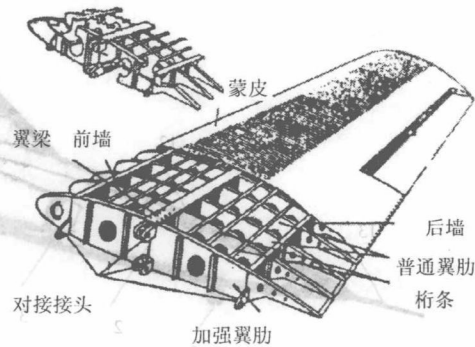


图 1-4 翼面的典型结构构件

1.2.2 机翼结构组成

机翼结构属薄壁型结构形式，构造上主要由蒙皮和骨架结构组成，如图 1-4 所示。骨架结构中，纵向构件有翼梁、长桁和墙（腹板）；横向构件有普通肋和加强肋，在根部与其他翼段相连或与机身相连。这些构件的基本功用是形成和保持翼面外形，承受和传递外载荷。

(1) 蒙皮

蒙皮的直接功用是保持机翼外形和承载。气动载荷直接作用在蒙皮上，蒙皮将作用在上面的局部气动力传给结构骨架。在总体承载时，蒙皮和翼梁或翼墙的腹板组合在一起，形成封闭的盒式薄壁结构承受翼面扭矩，与长桁一起形成壁板承受翼面弯矩引起的轴力。结构最简单又广泛使用的是硬铝蒙皮。蒙皮和桁条组成的壁板有组合式或整体式，如图 1-5 所示。某些结构形式（如多墙式蒙皮）的蒙皮很厚，可从几毫米到十几毫米，常做成整体壁板形式，这时，蒙皮将成为最主要的、甚至是惟一的承受弯矩的受力结构。整体壁板可以减少连接件的数目，提高翼面整体油箱的密封性，可在保证足够强度和刚度的条件下得到质量轻的光滑翼面。

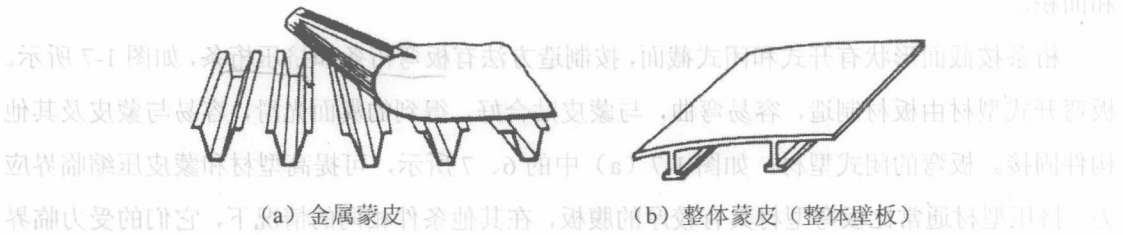


图 1-5 蒙皮

除了整体壁板外，近来夹芯蒙皮也得到推广。夹芯蒙皮由两层薄金属板或复合材料层板与轻质疏松或蜂窝结构夹芯互相连接而成，如图 1-6 所示。夹芯蒙皮可以降低翼面结构质量，提高翼面刚度和表面品质（无铆缝），并具有良好的隔热、隔音、防震、抵抗裂纹及其他损伤扩展能力。

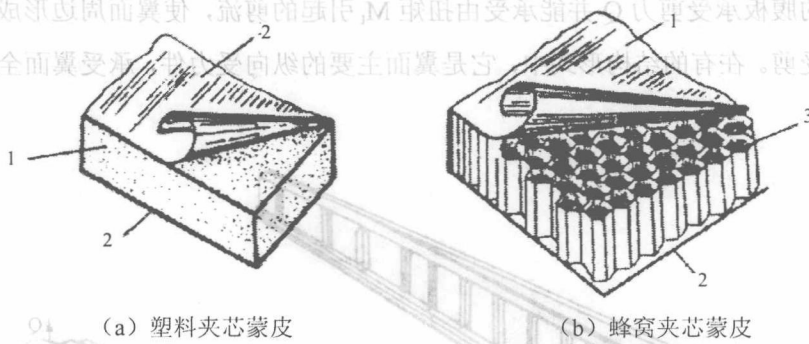
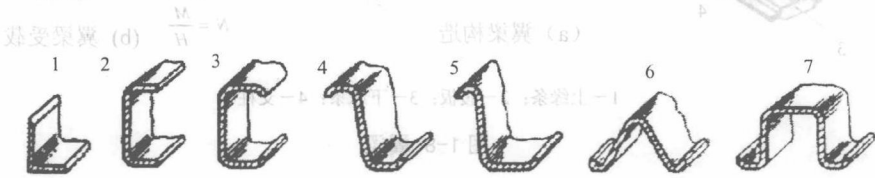
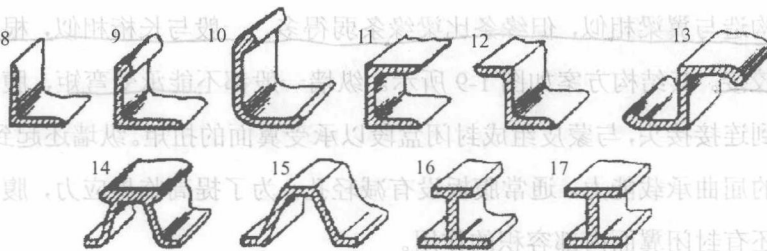


图 1-6 夹芯蒙皮

(2) 桁条



(a) 板弯型材



(b) 挤压型材

图 1-7 桁条的标准型材

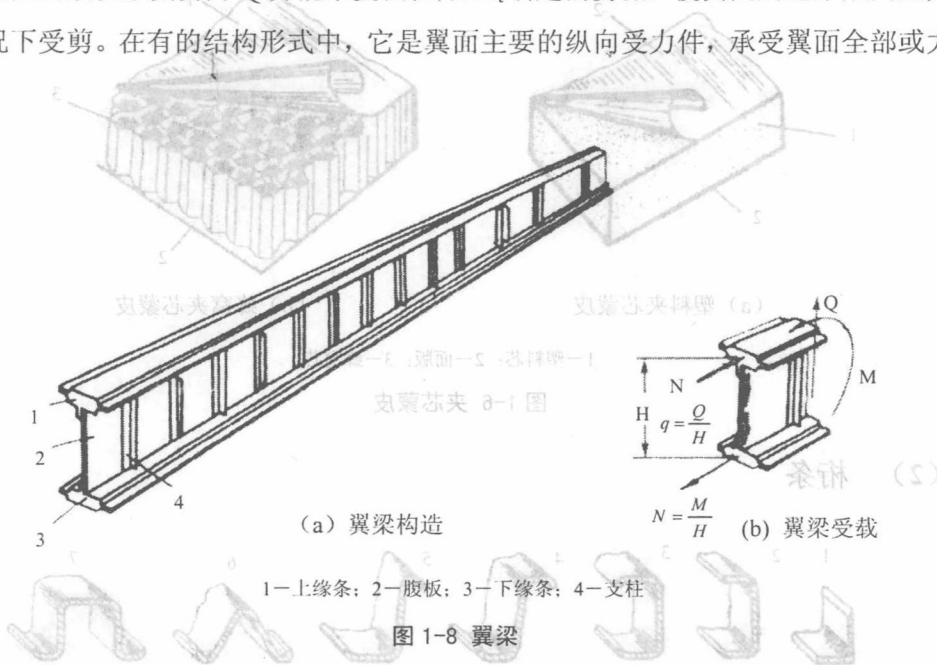
桁条（也称长桁）是纵向较为细长的杆件，与蒙皮相连，对蒙皮起支持作用，一般还与翼肋相连，受翼肋支持。桁条是纵向骨架中的重要受力构件之一，承受翼面弯矩引起的轴向力和局部气动力引起的剪力，这些力的大小取决于翼面的结构形式并决定桁条横截面的形状

和面积。

桁条按截面形状有开式和闭式截面，按制造方法有板弯桁条和挤压桁条，如图 1-7 所示。板弯开式型材由板材制造，容易弯曲，与蒙皮贴合好，得到的翼面光滑，容易与蒙皮及其他构件固接。板弯的闭式型材，如图 1-7 (a) 中的 6、7 所示，可提高型材和蒙皮压缩临界应力。挤压型材通常比板弯型材具有较厚的腹板，在其他条件相同的情况下，它们的受力临界应力较高，但与蒙皮（特别是弯度大的蒙皮）难以固接。

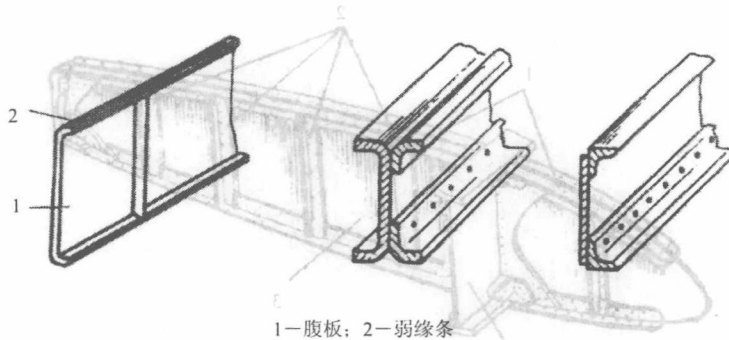
(3) 翼梁

翼梁由梁的腹板和缘条（或称突缘）组成，大多在根部与中翼段或与机身固接，如图 1-8 所示，剖面呈工字形或槽形。翼梁是单纯的受力件，缘条承受由弯矩 M 引起的拉压轴力。由支柱加固的腹板承受剪力 Q 并能承受由扭矩 M_t 引起的剪流，使翼面周边形成闭室并在这两种情况下受剪。在有的结构形式中，它是翼面主要的纵向受力件，承受翼面全部或大部分弯矩。



(4) 纵墙

纵墙的构造与翼梁相似，但缘条比梁缘条弱得多，一般与长桁相似，根部与其他部分的连接方式为铰接。其结构方案如图 1-9 所示。纵墙一般都不能承受弯矩，腹板主要用来承受剪力并传递到连接接头，与蒙皮组成封闭盒段以承受翼面的扭矩。纵墙还起到对蒙皮的支持，以提高蒙皮的屈曲承载能力。通常腹板设有减轻孔，为了提高临界应力，腹板用支持型材加强。后墙则还有封闭翼面内部容积的作用。

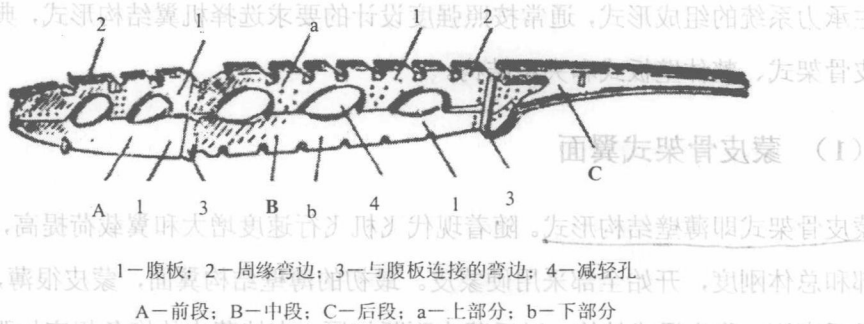


1—腹板；2—弱缘条

图 1-9 纵墙

(5) 翼肋

翼肋分为普通翼肋和加强翼肋。普通翼肋构造上的功用是维持机翼剖面所需的形状，并将局部气动载荷从蒙皮和桁条传递到翼梁和蒙皮上，如图 1-10 所示。一般它与蒙皮、长桁相连，翼面受气动载荷时，它以自身平面内的刚度向蒙皮、长桁提供垂直方向的支持。同时，翼肋又沿周边支持在蒙皮和梁（或墙）的腹板上，在翼肋受载时，由蒙皮、腹板向翼肋提供各自平面内的支承剪流。

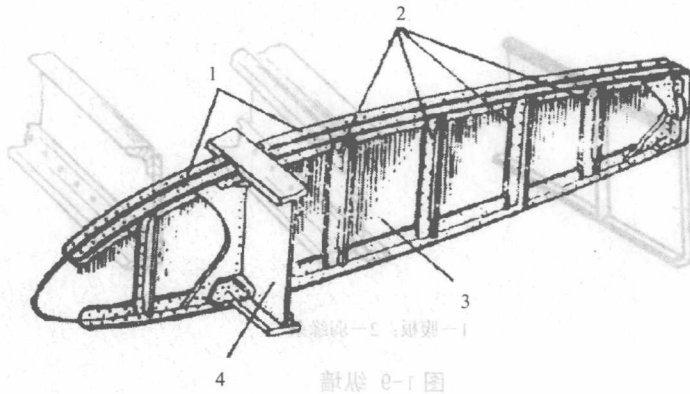


1—腹板；2—周缘弯边；3—与腹板连接的弯边；4—减轻孔
A—前段；B—中段；C—后段；a—上部分；b—下部分

图 1-10 腹板式翼肋

加强翼肋除起普通翼肋的作用外，主要是用于承受固定在翼面上的部件（起落架、发动机、副翼及翼面其他活动部分悬挂接头）的集中力和力矩，并将它们传递转化为分散力传给蒙皮和翼梁、纵墙的腹板。结构不连续的地方也要布置加强肋，用于重新分配在纵向构件轴线转折处壁板和腹板之间的力，或在翼面结合处和大开口边界上将扭矩转变为力偶。加强肋有很大的横截面积，挤压型材制成的缘条、腹板不开口，用支撑角材加强，翼肋上的桁条重新对接，不需要切断翼肋缘条，如图 1-11 所示。有时这样的翼肋由锻件制造，或采用桁架式结构。

机翼的特点是薄壁结构，以上各构件之间的连接大多采用分散连接，如铆接、螺接、点焊、胶接或它们的混合形式，如胶铆等。



1—缘条；2—支柱；3—腹板；4—翼梁

图 1-11 带支柱的腹板式加强翼肋

1.2.3 机翼结构形式

机翼的主承力系统由承受作用在机翼上的力和力矩的构件组成，机翼的其他构件将局部载荷传递到主承力系统构件上，并与它一起形成机翼的整个承力系统。机翼结构形式是指结构中主承力系统的组成形式，通常按照强度设计的要求选择机翼结构形式，典型的受力形式有蒙皮骨架式、整体壁板式和夹层结构。

(1) 蒙皮骨架式翼面

蒙皮骨架式即薄壁结构形式。随着现代飞机飞行速度增大和翼载荷提高，为了增大翼面的局部和总体刚度，开始全部采用硬蒙皮。最初的薄壁结构翼面，蒙皮很薄，只承担扭矩，不能承受弯矩，称为梁式结构。以后蒙皮不断加厚，支持蒙皮的桁条相应加强。蒙皮不仅承扭，还参与承弯，并且承弯程度越来越高，以至蒙皮与桁条一起组成的加强壁板成为主要的承弯构件，此时结构便发展成单块式结构。蒙皮进一步加厚，取消桁条，由多根纵墙对蒙皮提供支持，蒙皮单独成为承弯元件，此时结构便发展为多墙（腹板）式结构。按照抗弯材料的配置，蒙皮骨架式翼面可分为梁式、单块式和多墙式三种结构形式。

1) 梁式结构

梁式结构多用于相对厚度大、结构载荷参数比较小、要大开口的翼面中或用在机翼与机身需要安排设计分离面的布局中。梁式结构的主要构造特点是蒙皮很薄，常用轻质铝合金制作，纵向翼梁很强，纵向长桁较少且弱，有时在与翼肋相交处断开，梁缘条的剖面与长桁相比要大得多。按翼梁的数目，梁式结构可分为单梁式（如图 1-4 所示），双梁式（如图 1-12 所示）和多梁（3-5 根梁）式。单梁式的翼梁通常放在剖面最高处，以便充分利用结构高度，提高翼梁的抗弯能力，减小缘条中因弯矩引起的拉压轴力，减轻翼梁质量。这种翼面通常布置 1~2 根纵墙形成闭室，提高翼面抗扭能力，前后纵墙还可用来固定副翼、襟翼及缝翼。双

梁式对翼面内部空间合理利用较有利，两梁之间结构高度较大的部位可用来收藏起落架或放置燃油箱，但梁的高度降低，结构较重。多梁式多用于弦长较大的小展弦比机翼，安全性较高，可以设计成多通道传力。该形式的翼面通常不作为一个整体，而是分成左、右两个翼面，用几个梁、墙根部传递集中载荷的对接接头与机身连接。

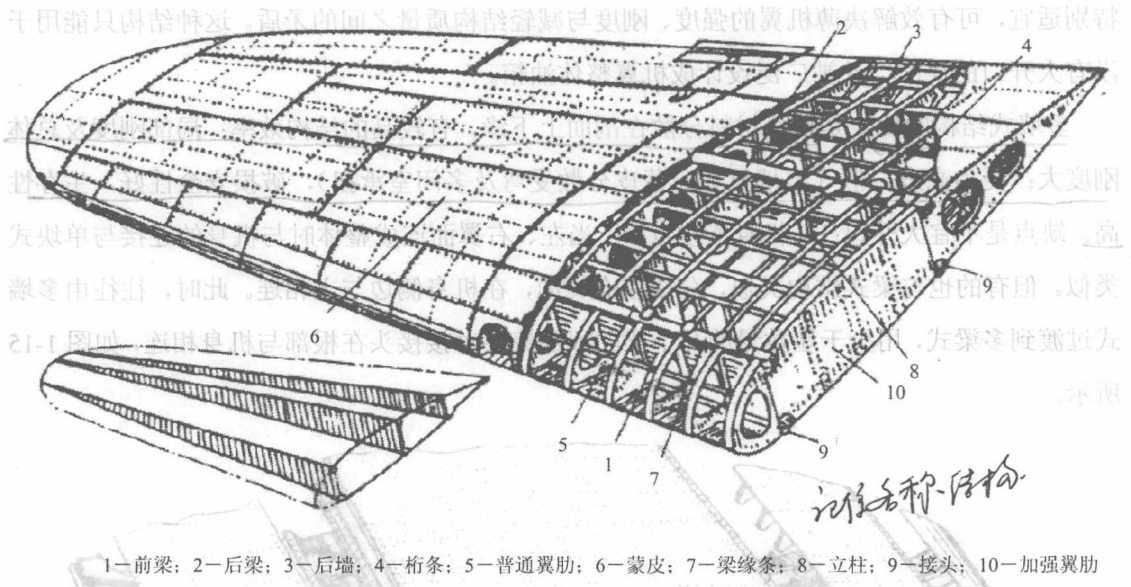


图 1-12 梁式结构

梁式结构的主要优点是结构比较简单；抗弯材料集中在翼梁缘条上；在蒙皮上开口方便，对结构承弯能力影响较小。而且，中、外翼或翼身是通过翼梁根部的接头连接的，对接点少，连接简单。缺点是蒙皮未能发挥承弯作用，蒙皮材料利用不充分；蒙皮失稳后易出现皱纹，影响气流质量，增大阻力，容易导致早期疲劳损坏；生存性比其他承弯材料分散性大的结构形式低。

2) 单块式结构

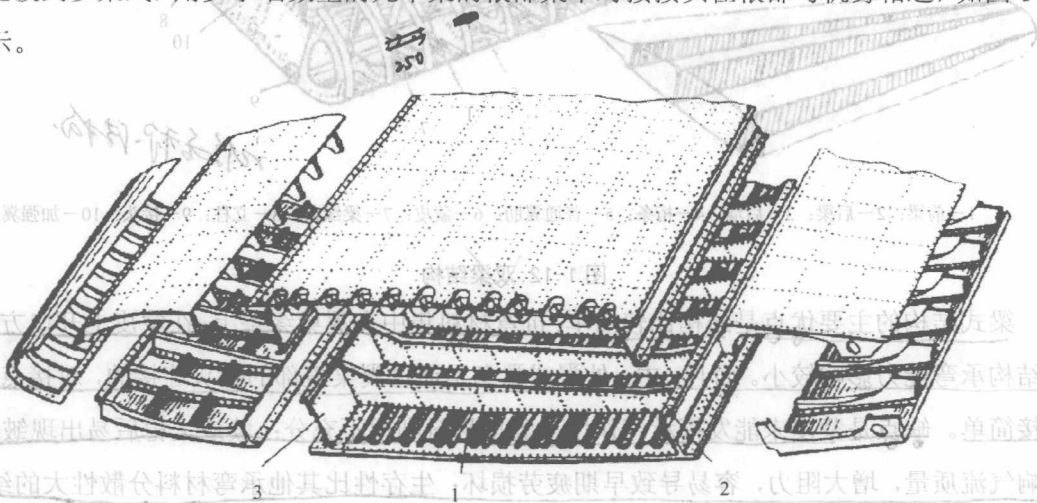
单块式结构从构造上看，蒙皮较厚，与长桁、翼梁缘条组成可受轴力的壁板承受绝大部分弯矩；纵向长桁布置较密，长桁截面积与梁的横截面比较接近或略小；梁或墙与壁板形成封闭的盒段，增强了翼面结构的抗扭刚度。

单块式结构的优点是蒙皮在气动载荷作用下变形较小，材料向剖面外缘分散，抗弯、抗扭强度及刚度均有所提高，安全可靠性好。缺点是结构比较复杂，大开口后，需加强周围结构以补偿承弯能力。与机身连接时，接头必须沿周边分布，结合点多，连接复杂。为了充分发挥单块式结构的受力特性，左、右翼面最好连成整体贯穿机身。有时为便于使用、维修，可在展向布置有设计分离面，分离面处采用沿翼盒周缘分散连接的形式将整个翼面连成一体，如图 1-13 所示，然后整个翼面另外通过几个接头与机身相连。

3) 多墙式结构

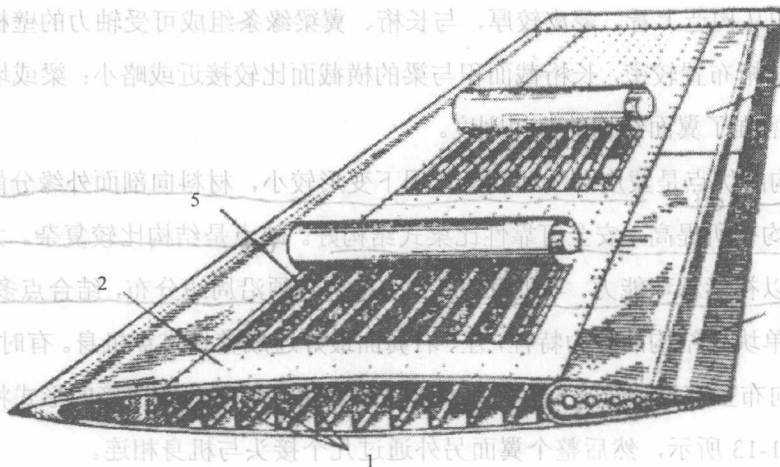
多墙式结构由厚的承力蒙皮和多根墙组成，除在受集中力部位安排加强肋外，一般不安排普通肋。如图 1-14 所示。由于该结构的受压蒙皮通过墙得到受拉面蒙皮的支持，因此具有很高的应力水平和承弯能力。厚蒙皮翼盒结构承扭刚度大，对于高速飞机的薄机翼情况，特别适宜，可有效解决薄机翼的强度、刚度与减轻结构质量之间的矛盾。这种结构只能用于没有大开口的翼面，并被广泛设计成机翼整体油箱。

多墙式结构的优点是抗弯材料分散在剖面上下缘，有较高的结构效率；局部刚度及总体刚度大；受力高度分散（多墙抗剪、蒙皮分散受弯及多闭室承扭），破损安全性好，生存性高。缺点是不宜大开口；与机身连接点多。当左、右翼面连成整体时与机身的连接与单块式类似。但有的也与梁式结构类似，分成左右翼面，在机身侧边与之相连。此时，往往由多墙式过渡到多梁式，用少于墙数量的几个梁的根部集中对接接头在根部与机身相连，如图 1-15 所示。



1—长桁；2—翼肋；3—墙或梁的腹板

图 1-13 单块式结构



1—纵墙；2—蒙皮；3—襟翼；4—副翼；5—纵墙的缘条

图 1-14 多墙式结构

（2）整体壁板结构

整体壁板结构由若干个大型整体件如整体蒙皮壁板、整体梁和整体肋组成，而整体件则是由整块毛坯加工制成的大型结构受力元件。整体壁板翼面由蒙皮与纵向构件、横向构件合并而成上下两块整体壁板，如图 1-16 所示，然后再铆接装配而成。

整体壁板结构的特点是：蒙皮容易实现变厚度，加强筋可以合理布置，蒙皮材料离翼剖面中心最远，受力效果好，强度、刚度较大；构造简单、质量轻；铆缝少，表面光滑，气动外形好；零件少，装配协调容易。整体壁板结构除了用金属材料制造以外，用复合材料制造也有很大的发展前景。

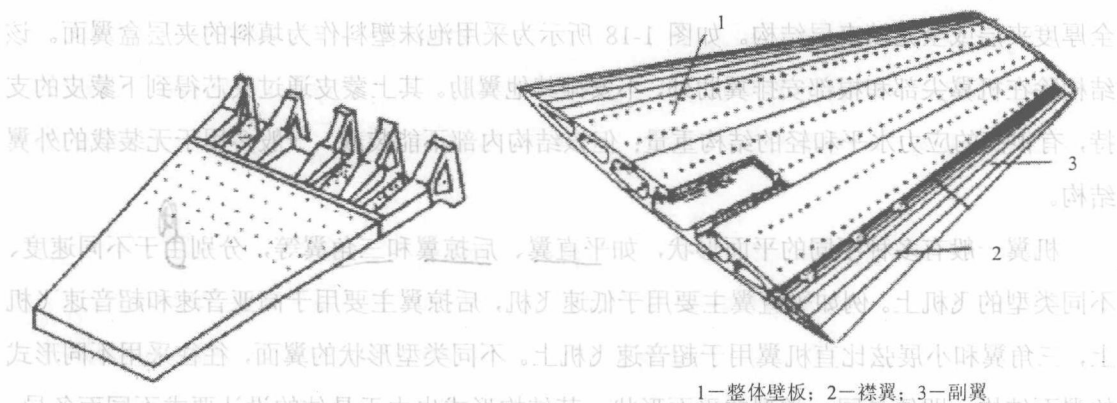


图 1-16 整体壁板结构

图 1-15 F-104 机翼根部构造

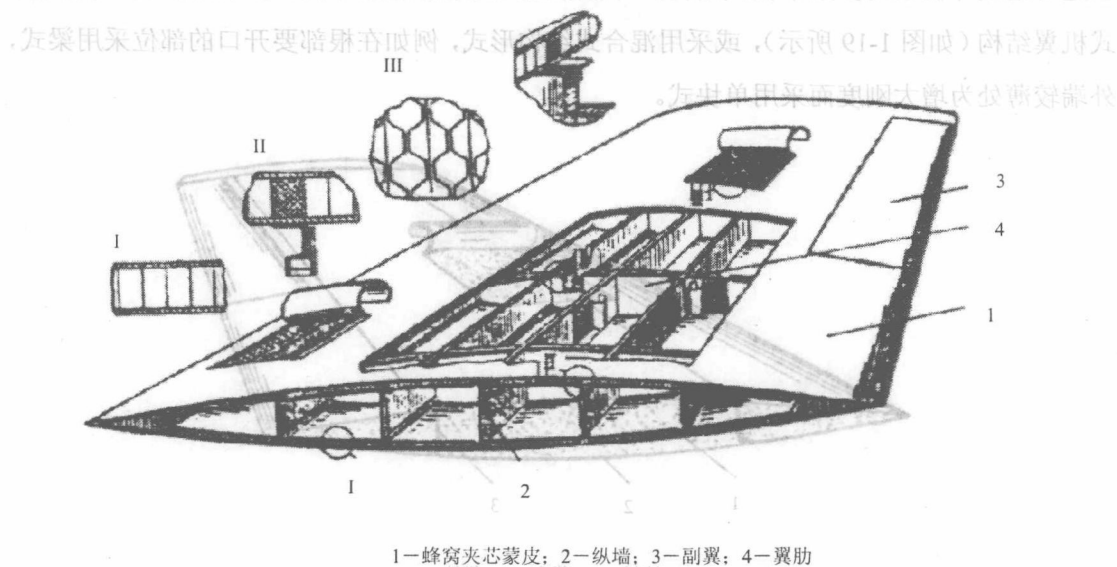


图 1-17 蜂窝夹层结构

（3）夹层结构

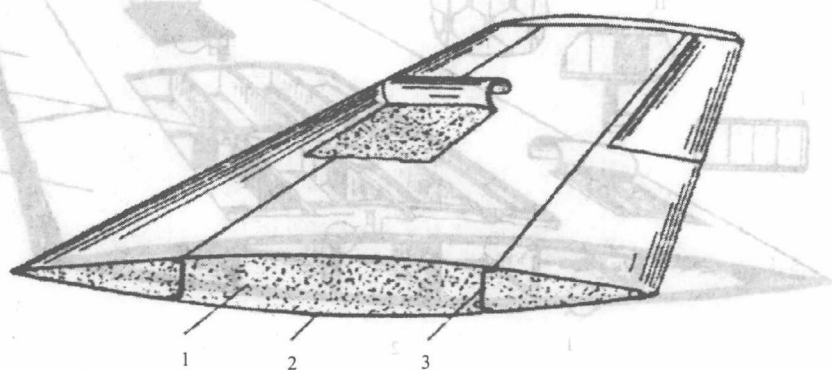
这种结构形式的特点是采用夹层板作为元件。夹层板是将单层板分成两层薄板，中间夹

以芯层构成，芯层一般是轻质材料，轻质木材或硬泡木塑料，或各种金属材料，复合材料。面板有铝合金、不锈钢等。目前，应用最多的是铝蜂窝夹层结构。夹层结构又可分为夹层板结构和夹层盒结构。

夹层板结构主要由上下夹层板壁板，前后梁和若干翼肋组成。如图 1-17 所示。与同样质量的单层蒙皮相比，夹芯蒙皮的强度、刚度大，能够承受较大的局部气动力，气动外形好；夹芯蒙皮的两层面板之间充满着空气和绝热材料，耐热绝热性好。这种结构形式受力构件少，构造简单，装配工艺性好，密封性好。但制造工艺较复杂，工艺质量不稳定，特别是接头和分段处加工制造更加困难，且夹层结构上不宜开口。

夹层盒结构主要针对相对厚度很小的翼面，上下夹层蒙皮的内层面板过于靠近，制成的全厚度夹层或全充填夹层结构。如图 1-18 所示为采用泡沫塑料作为填料的夹层盒翼面。该结构除在机翼尖部和根部安排翼肋外，不安排其他翼肋。其上蒙皮通过夹芯得到下蒙皮的支持，有很高的应力水平和轻的结构重量；但该结构内部不能装载，一般多用于无装载的外翼结构。

机翼一般有各种不同的平面形状，如平直翼、后掠翼和三角翼等，分别由于不同速度、不同类型的飞机上。例如平直翼主要用于低速飞机，后掠翼主要用于高亚音速和超音速飞机上，三角翼和小展弦比直机翼用于超音速飞机上。不同类型形状的翼面，往往采用不同形式的翼面结构。即便是同一类型的平面形状，其结构形式也由于具体的设计要求不同而各异。从现代飞机的翼面结构来看，薄蒙皮梁式结构已很少采用；大型高亚音速的现代运输机和有些超音速战斗机采用多梁单块式结构；马赫数较大的超音速战斗机，多采用多墙（或多梁）式机翼结构（如图 1-19 所示），或采用混合式结构形式，例如在根部要开口的部位采用梁式，外端较薄处为增大刚度而采用单块式。

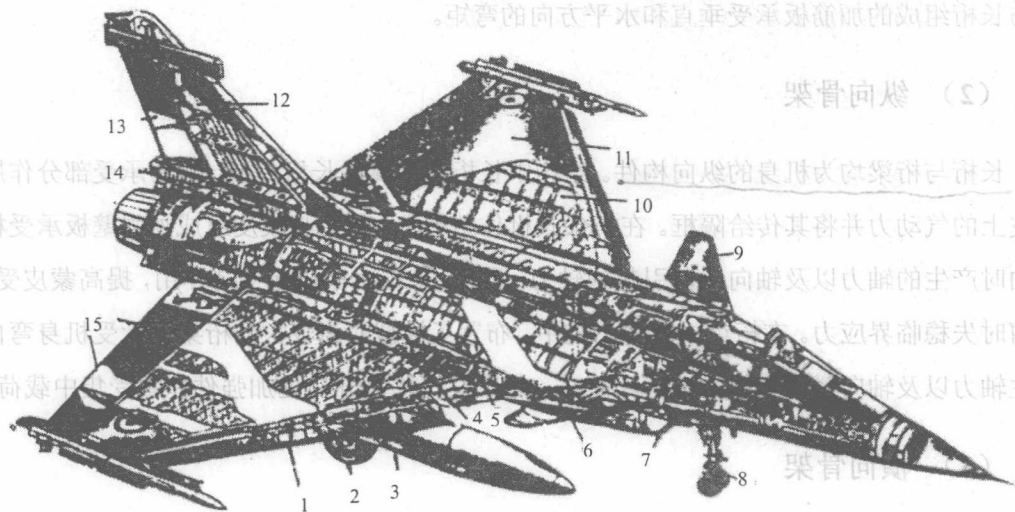


1—填料；2—蒙皮；3—纵墙

图 1-18 实心夹层盒结构

夹层盒夹 (E)

夹固中，翅翼是两肋代翅翼单块是翅翼式，将式代并翅翼式用采最点种的发部内



1—前缘缝翼；2—主起落架；3—副油箱；4—铝锂翼身连接板；5—翼身连接主骨架；6—机炮；7—右侧进气口；8—前起落架；9—前鸭翼（复合材料胶接结构）；10—机翼多梁结构，整体油箱；11—机翼碳纤维复合材料蒙皮；12—垂直安定面碳纤维板；13—方向舵复合材料结构；14—垂直安定面铝锂附件接头；15—内、外侧升降副翼（蜂窝芯子结构）

图 1-19 法国“阵风”单座战斗机

1.3 机身

1.3.1 机身结构概述

机身是指飞机机体结构中除各机翼结构之外的机体结构部分。机身结构包括机身、短舱、尾撑等筒形结构，主要用于装载和传力，同时将机翼、尾翼、发动机和起落架等部件连接在一起，此外，可以安置空勤组人员和旅客、装载燃油、武器、各种仪器设备和货物等。

1.3.2 机身结构组成

机身结构一般由蒙皮和内部骨架组成。内部骨架由纵向元件——长桁、桁梁和垂直于机体纵轴的横向骨架——隔框组成。通常，机身结构各元件的功用相应地与机翼结构中各元件的功用相同。

(1) 蒙皮

机身的蒙皮和机翼的蒙皮作用相同，构成飞机的气动外形，并保持表面光滑。在承受局部载荷时，如承受局部气动力，增压密封座舱部位的蒙皮将承受内压载荷，蒙皮将其传递给机身骨架。

在承受总体载荷时，蒙皮承受垂直和水平方向的剪力，还承受和平衡机身上的扭矩；蒙

皮与长桁组成的加筋板承受垂直和水平方向的弯矩。

(2) 纵向骨架

长桁与桁梁均为机身的纵向构件。结构中长桁与机翼的长桁相似，长桁承受部分作用在蒙皮上的气动力并将其传给隔框。在桁条式机体结构中，长桁与蒙皮组成加强壁板承受机身弯曲时产生的轴力以及轴向载荷引起的轴力。另外，长桁对蒙皮起支持作用，提高蒙皮受压、受剪时失稳临界应力。在桁梁式机体结构中，布置了横截面积较大的桁梁来承受机身弯曲时产生轴力以及轴向载荷引起的轴力。同时，桁梁又可作为开口处加强件和承受集中载荷。

(3) 横向骨架

横向骨架主要由普通框和加强框组成。框的功用与机翼中的肋相同。普通框用于维持机身的截面形状以及固定蒙皮和桁条，承受蒙皮的局部载荷，对桁条提供支持。普通框的典型结构如图 1-20 所示。框截面有两个缘条和一个腹板，能保证框承受弯曲和剪切。

加强框主要是传递机翼、尾翼的集中力和集中装载等。通过连接件以剪流形式将力分散传给机身蒙皮。

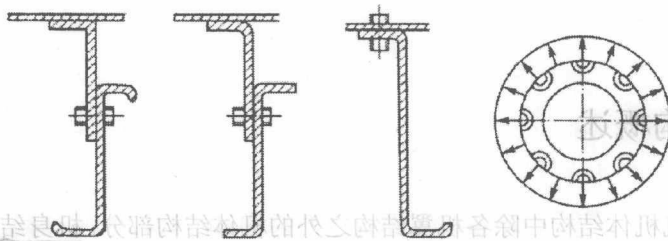


图 1-20 普通框的典型结构和框截面形状

1.3.3 机身结构形式

机身通常要承受剪力、弯矩以及沿机体轴向的轴力和扭矩，而且内部需要装载货物、乘员和发动机等，故一般采用刚性薄壁空间结构。主要有以下几种典型结构形式。

(1) 桁架式结构

桁架式结构的机身是一个立体构架，如图 1-21 所示。构架由两个垂直的（侧面的）和两个水平面的（上面和下面）桁架组成，中间有构架式框和斜撑杆。桁架的组成元件（杆）只承受拉力或压力，而蒙皮起围形作用，只承受局部气动载荷。桁架一般是静定结构，故桁架结构生存性差，空间利用困难。目前这种结构仅在小型或轻型飞机上采用。