

第五章 飞行器的构造



5.1 飞行器结构的一般要求和采用的材料

◆ 飞行器结构是飞行器各受力部件和支撑构件的总称

5.1.1 对飞行器结构的一般要求

◆ 空气动力要求

结构应满足飞行性能所要求的气动外形和表面质量

◆ 重量要求

在满足强度、刚度和寿命的条件下重量尽量轻

◆ 使用维护要求

结构便于检查、维护和修理，易于运输、储存和保管

◆ 工艺和经济性要求

在一定生产条件下要求工艺简单、制造方便、生产周期短、成本低

5.1.2 飞行器结构采用的主要材料

◆对飞行器结构材料的要求

比强度大、比刚度大；耐高低温；抗腐蚀、耐老化；抗疲劳性好；易加工，价格低。

◆常用的飞行器结构材料

铝合金、镁合金、钛合金、合金钢、复合材料等。

LY12CZ, LC4, 30CrMnSiA, 1Cr18Ni9Ti.....

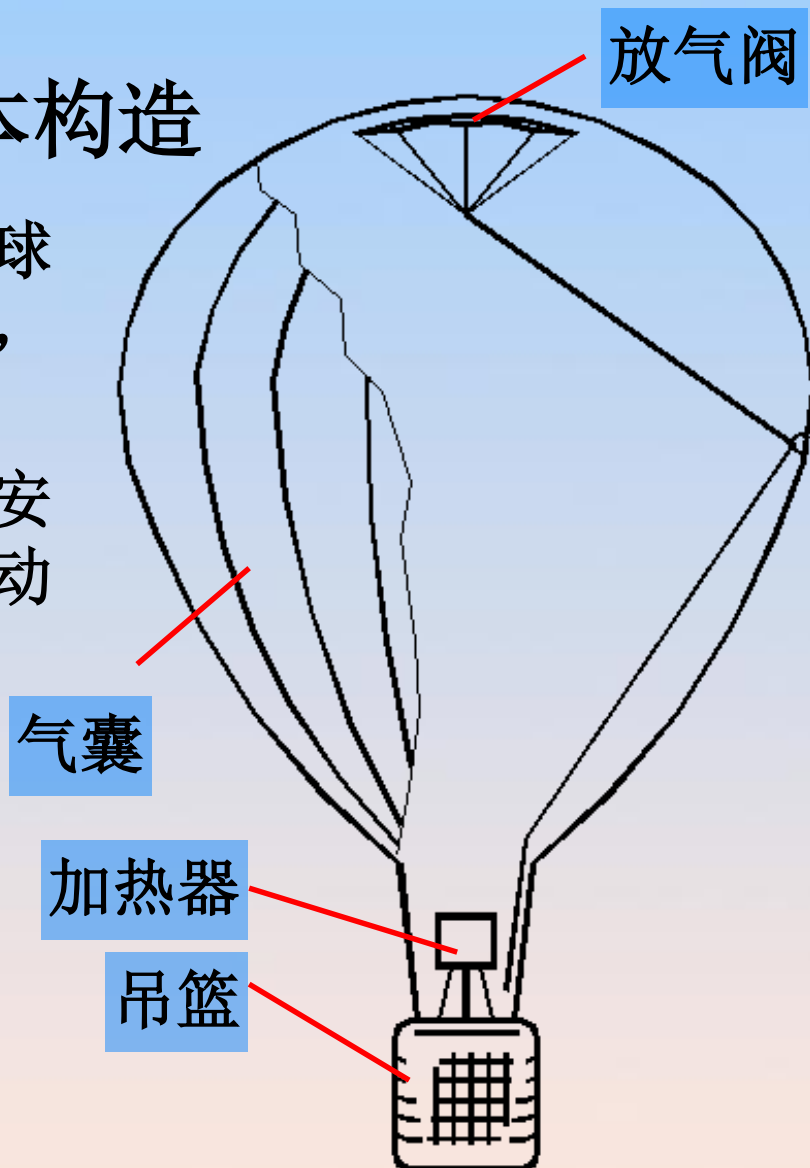
◆复合材料有诸多的优点，是今后发展的趋势

5.2 航空器的构造

5.2.1 气球和飞艇的基本构造

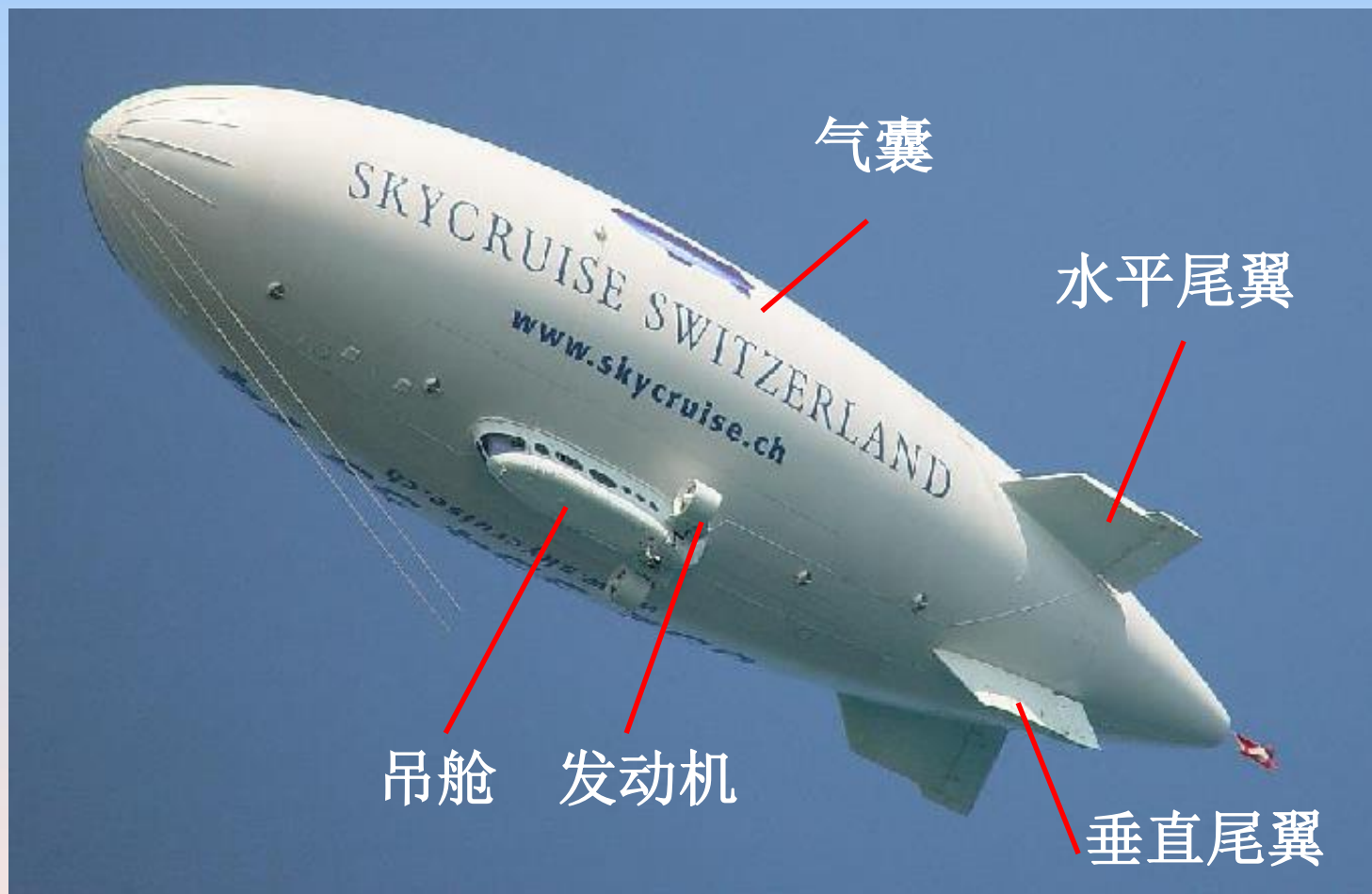
气球一般用，薄膜材料制造球体。轻气球和氦气球用塑料薄膜，热气球用尼龙、涂胶薄膜。

载人气球通常是在气球下方安装吊篮，吊篮中乘坐人员或安放动力装置。



第五章 飞行器的构造

飞艇通常是流线型囊体，尾部有安定面和操纵面，囊体下部安装吊舱和动力装置等，动力装置也有安装在囊体两侧或尾锥部位的型式。



第五章 飞行器的构造

飞艇囊体有软式、半硬壳式和硬壳式三种。半硬壳式和硬壳式的囊体由硬式骨架，表面蒙气囊材料构成。



软式飞艇



5.2.2 飞机的基本构造

◆ 飞机的组成及各部件的功用

机身：提供内部装载空间，是其它部件的安装基础。

机翼：主要提供升力，内部装载，作为起落架、发动机等其它部件的安装基础

尾翼：提供平衡气动力，操纵力和力矩

起落装置：飞行器起飞、着陆和停放用的部件

操纵系统：控制舵面运动的系统

1、机翼和尾翼

(1) 作用在机翼上的外载荷:

分布力——气动力, 重力

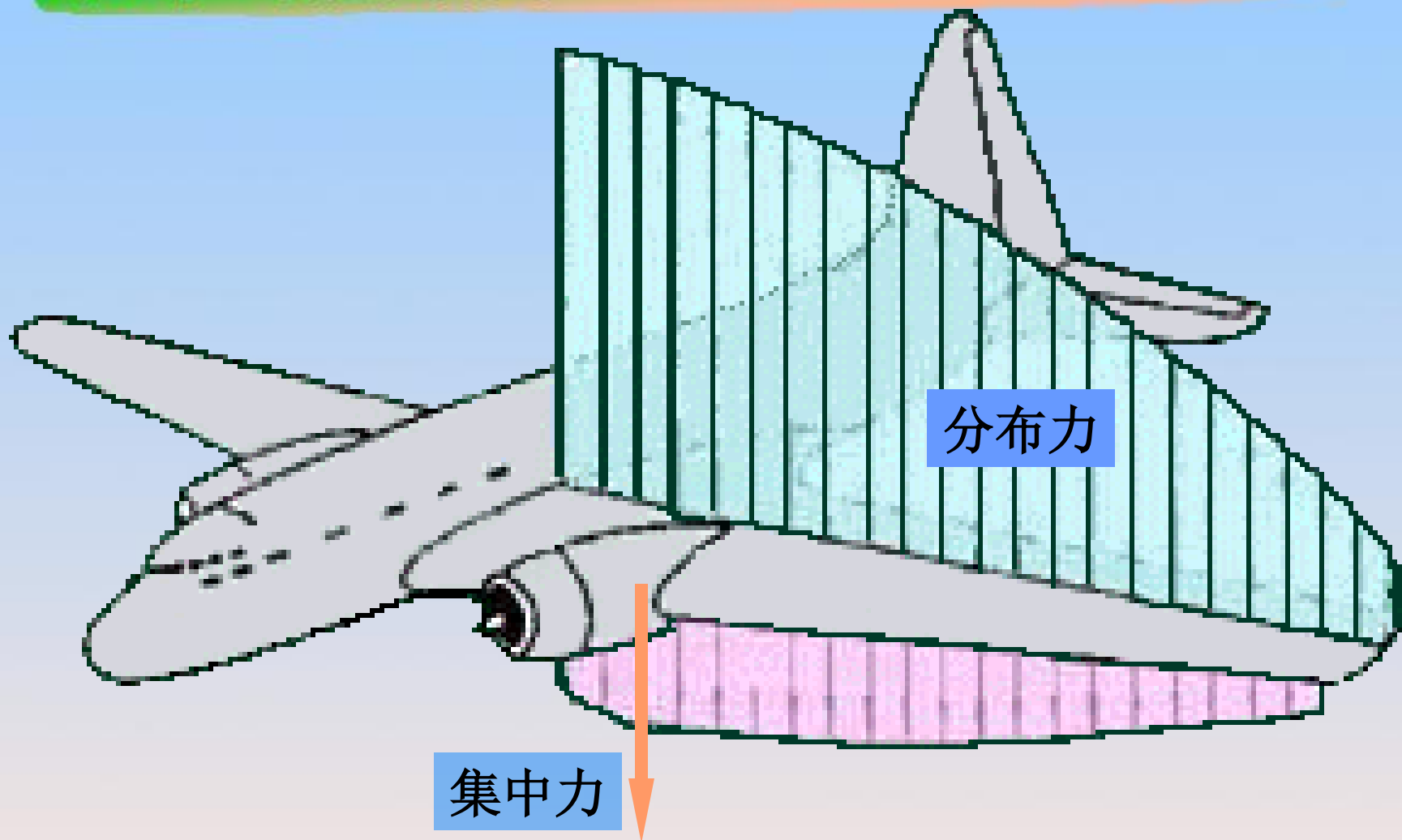
集中力——发动机、起落架等的作用力

(2) 外力在结构中引起的内力

◆ 弯矩

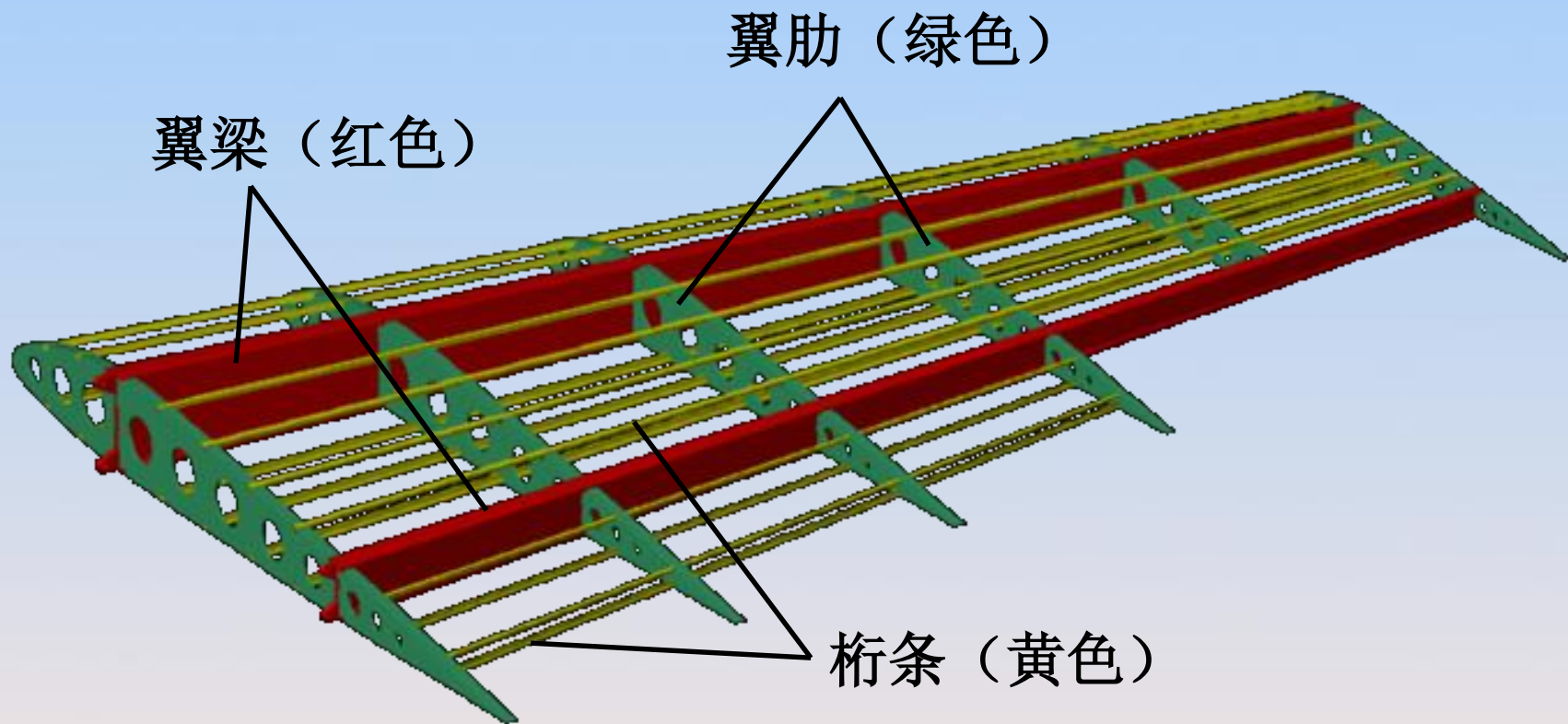
◆ 剪力

◆ 扭矩



机翼上的载荷

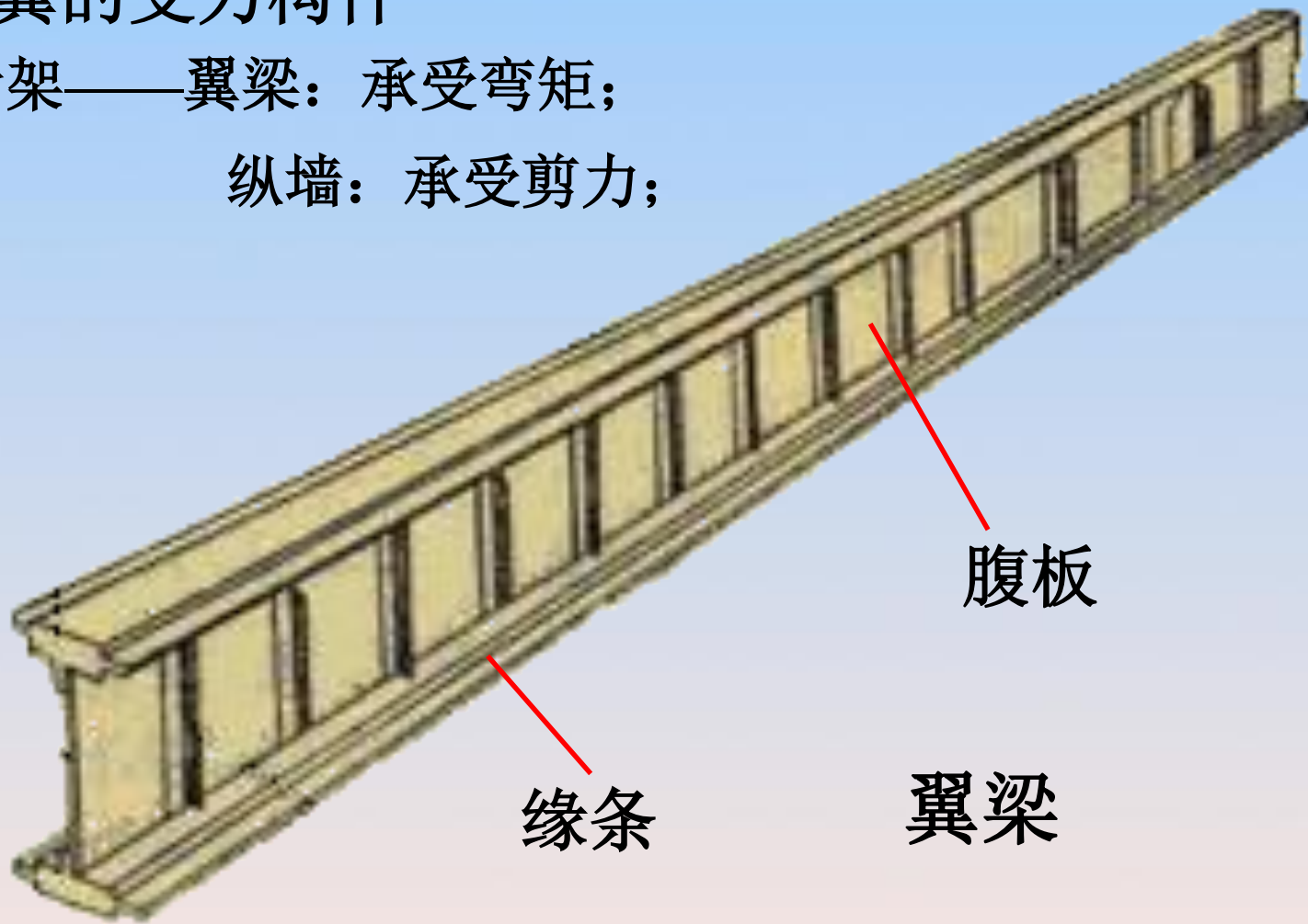
机翼骨架结构



(3) 机翼的受力构件

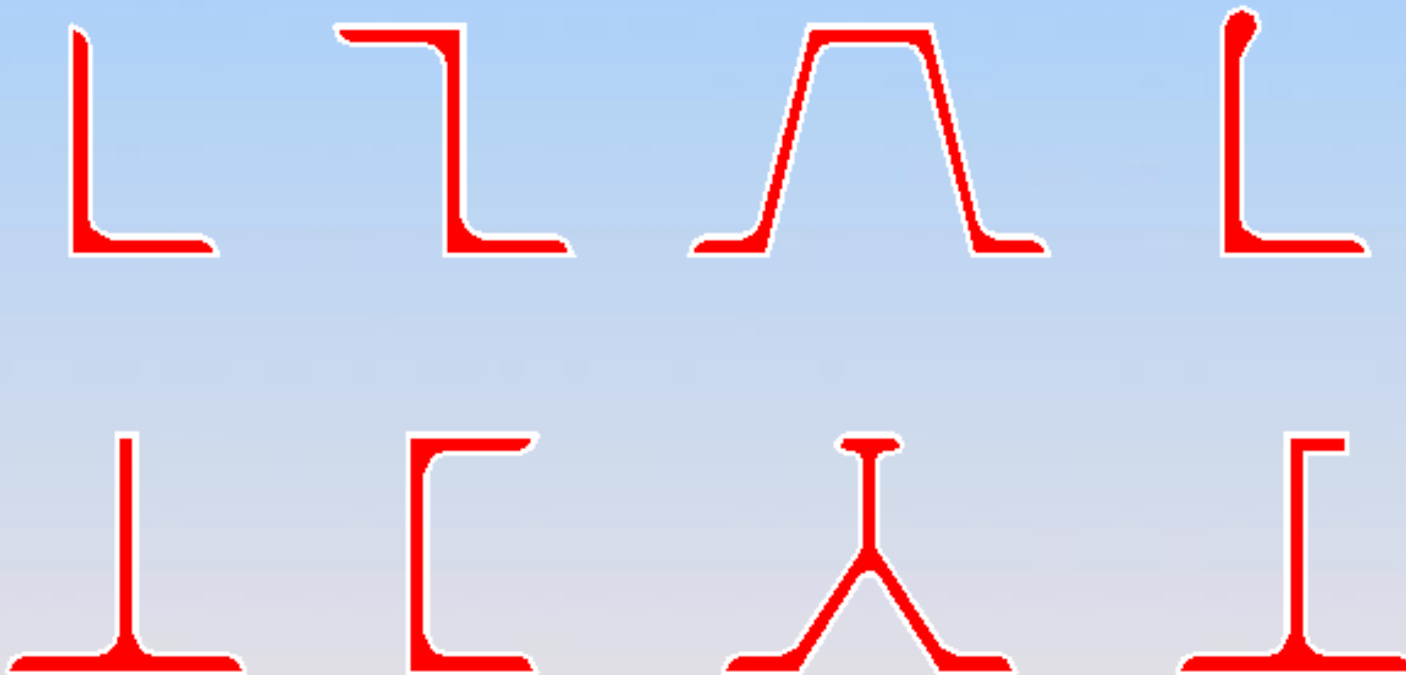
纵向骨架——翼梁：承受弯矩；

纵墙：承受剪力；



第五章 飞行器的构造

桁条：支撑蒙皮，将气动力传给翼肋。



各种桁条剖面

第五章 飞行器的构造

横向骨架——普通翼肋：维持翼型，把蒙皮和桁条的力传给翼梁；

加强翼肋：除普通翼肋作用外，承受集中力。



减轻孔

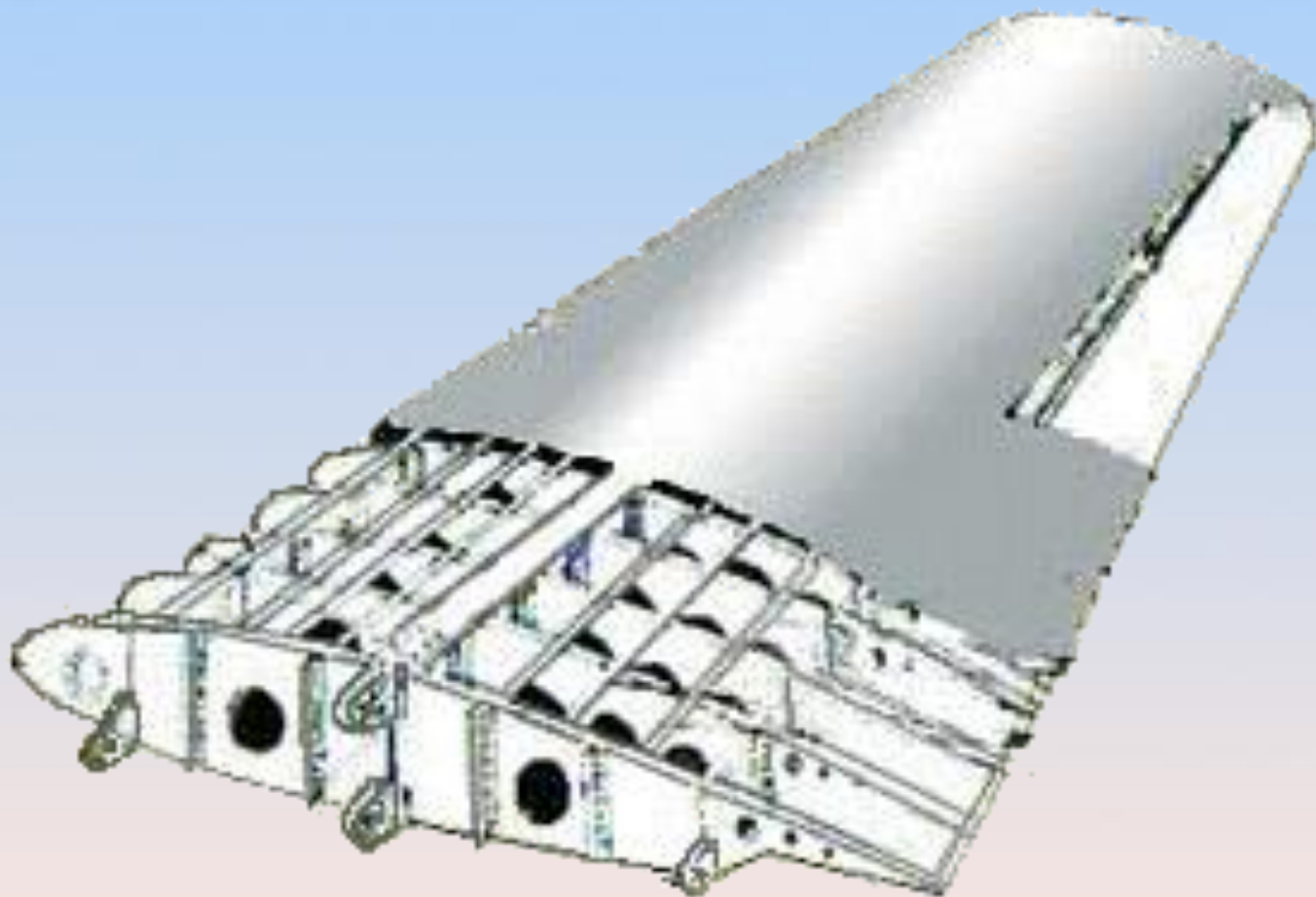
翼肋

第五章 飞行器的构造

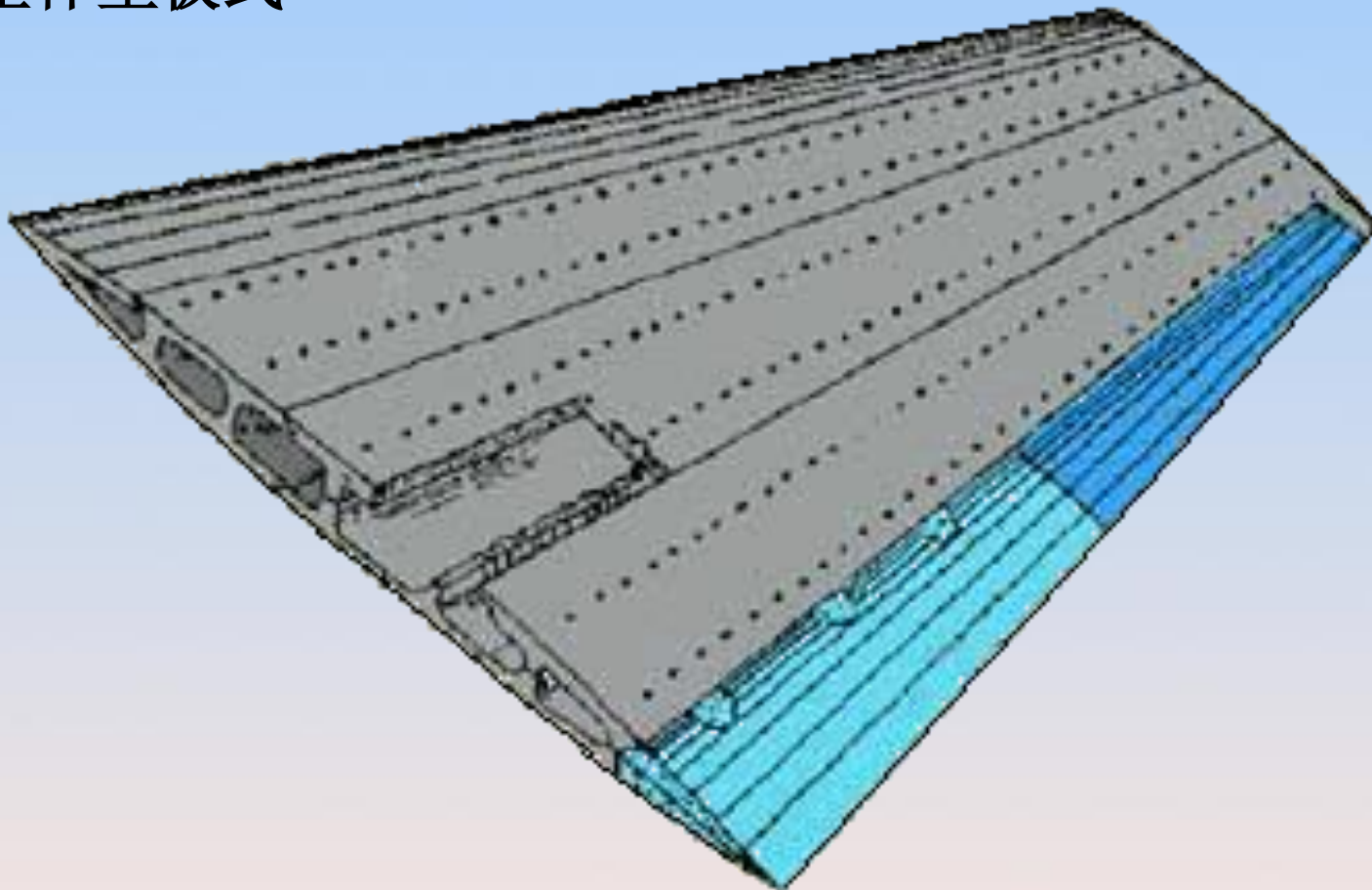
蒙皮：维持气动外形，将气动力传给桁条和翼肋，与翼梁纵墙的腹板形成闭室承受扭矩。

(4) 机翼的构造形式

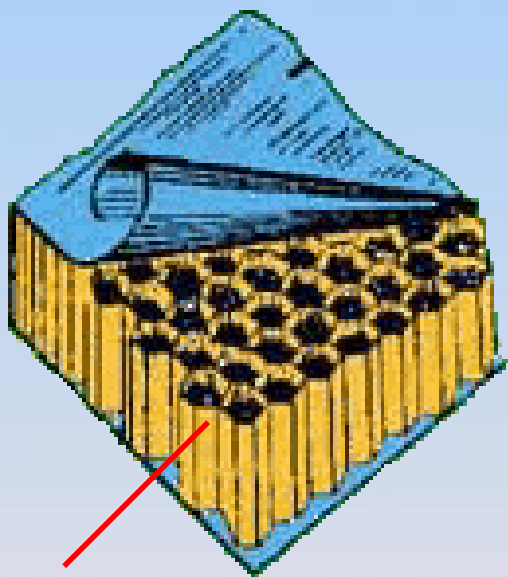
a) 蒙皮骨架式 (单梁、双梁、多梁)



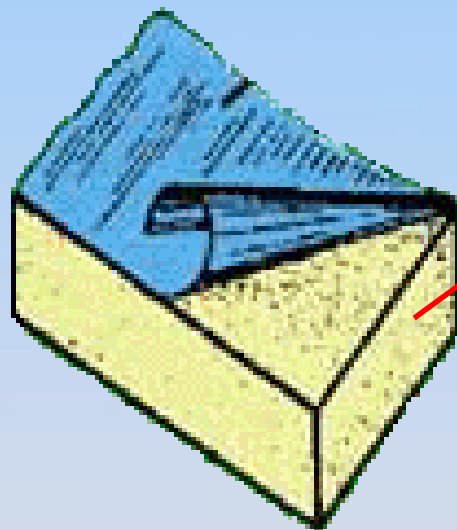
b) 整体壁板式



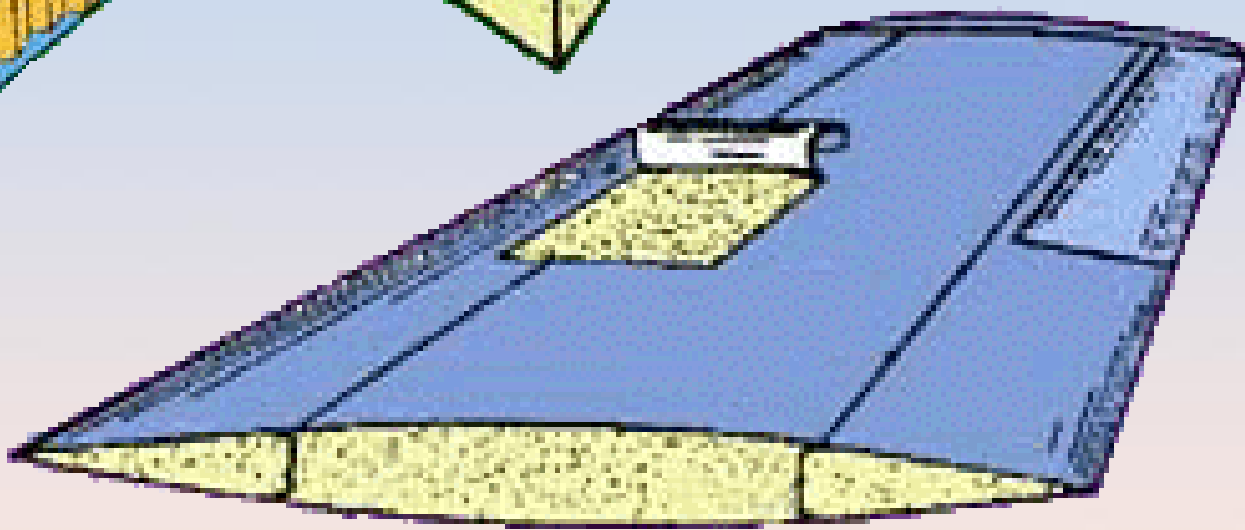
c) 夹层式



蜂窝夹层



泡沫夹层



2、机身

(1) 作用在机身上的外载荷:

分布力——气动力, 重力

集中力——机翼、尾翼、发动机、起落架、装载物
等的作用力

(2) 机身中的内力

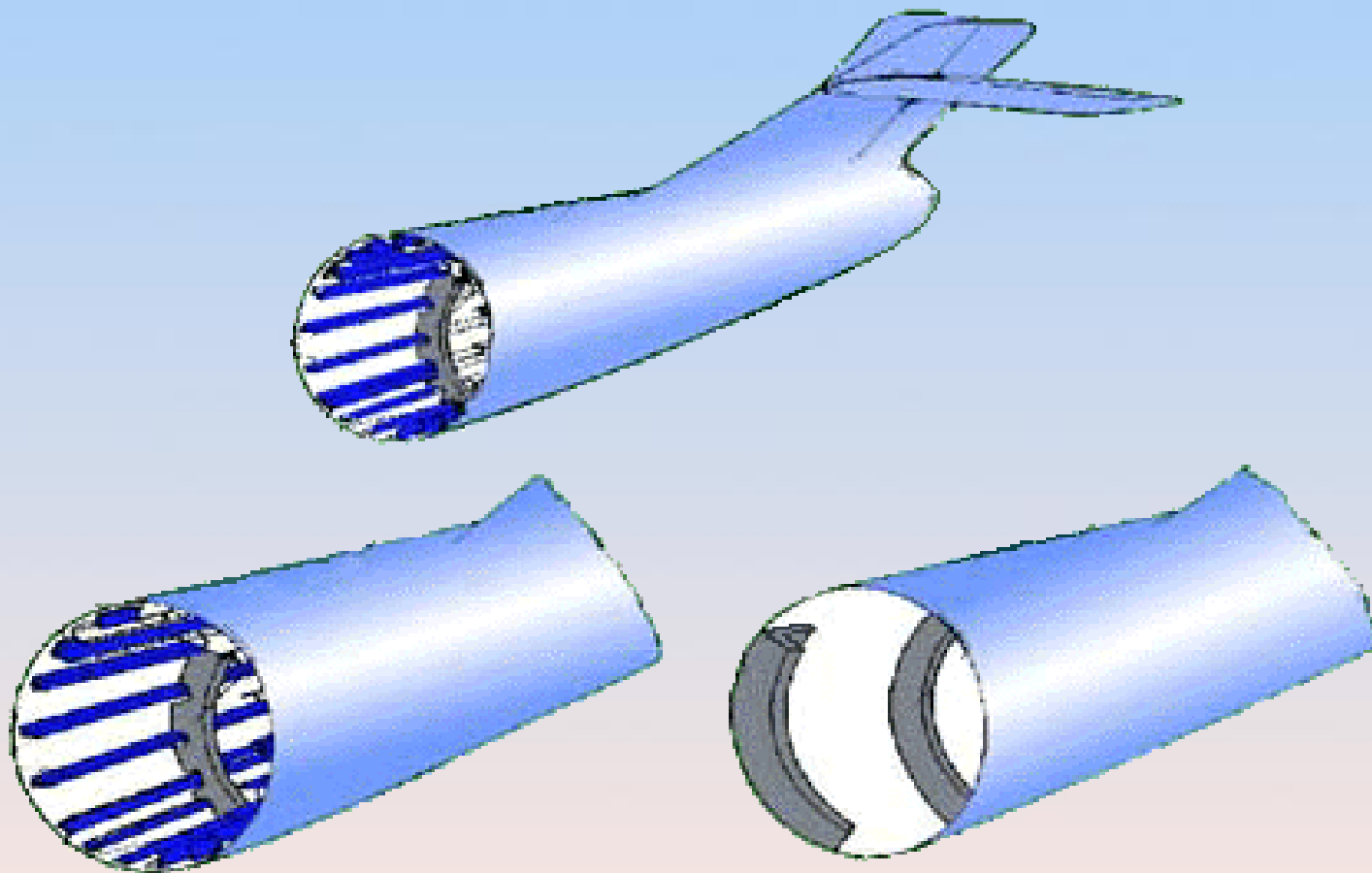
垂直弯矩、水平弯矩、垂直剪力、水平剪力、扭矩

(3) 机身的受力构件

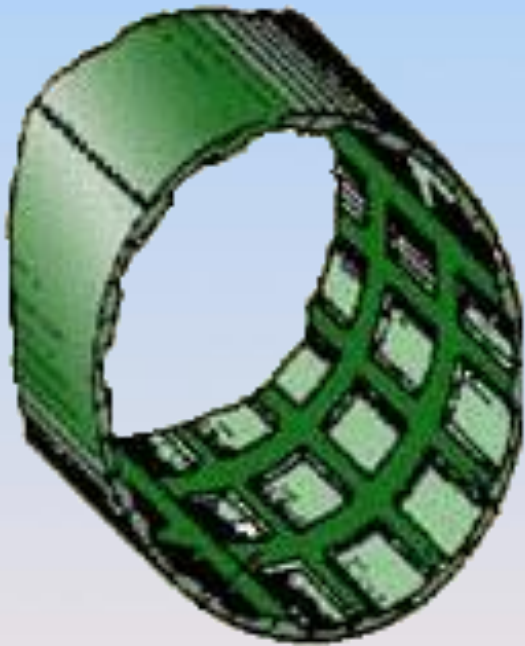
桁梁、桁条、隔框、蒙皮

(4) 机身的构造形式

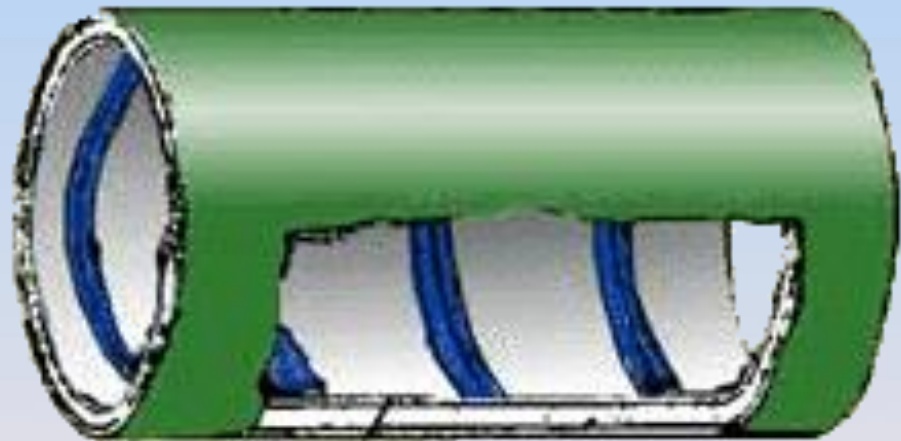
a) 蒙皮骨架式（桁梁式、桁条式和硬壳式）



b) 整体壁板式



c) 夹层式



第五章 飞行器的构造

3、起落装置

功用：起飞、着陆、滑行、停放、减震、消振

种类：轮式、滑撬式、浮筒式、滑车式、气垫式等



轮式（DC-9）

滑撬式起落架（直9）



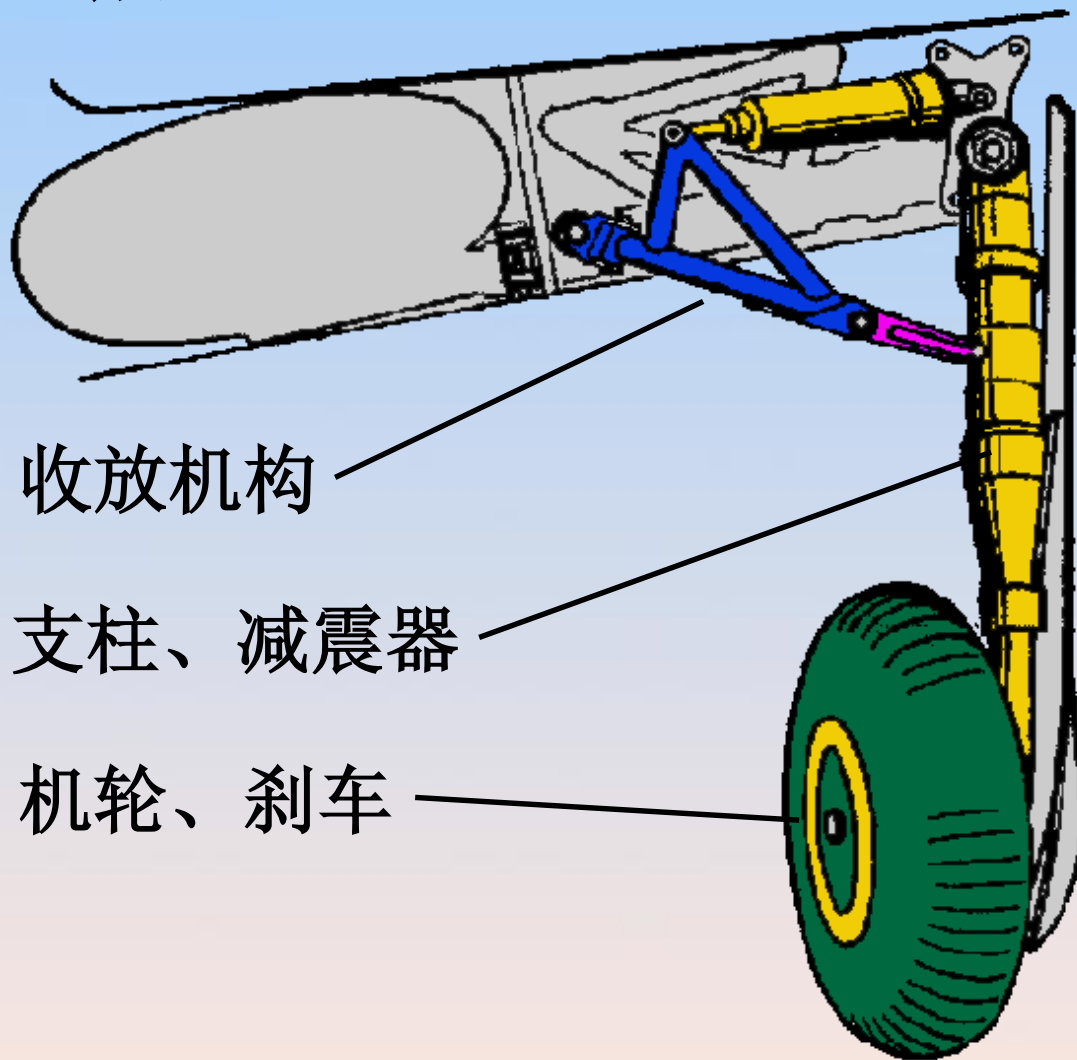
船身式或浮筒式（水轰-5）



滑车式起落架（某无人机）



(1) 典型起落架的组成



收放机构

支柱、减震器

机轮、刹车

(2) 起落架的布置形式

a) 后三点式



尾轮

主轮

运-5



第五章 飞行器的构造

b) 前三点式



c) 自行车式

鸚式



(3) 前三点式与后三点式起落架性能比较

- a) 前三点可强力制动而无“倒”立危险
- b) 前三点式具有滑跑稳定性
- c) 前三点式机身轴线基本水平，驾驶员视界好，可安装喷气发动机

(4) 辅助起落装置

- a) 起飞：增升装置，起飞助推火箭，弹射装置
- b) 着陆：减速伞，反推力装置，拦截索

起飞助推火箭（无人机）



着陆减速伞 (Sr-71)



舰载机的拦截索钩（F/A-18E）



拦截索钩

5.3 航天器的构造

航天器分为专用系统和保障系统。专用系统因航天器不同而有所区别，保障系统是保障航天器正常工作所必须的，也是大多数航天器所相同的。

◆ 专用系统

天文望远镜、光谱仪、摄象机、通信卫星的转发器等专用设备

◆ 保障系统

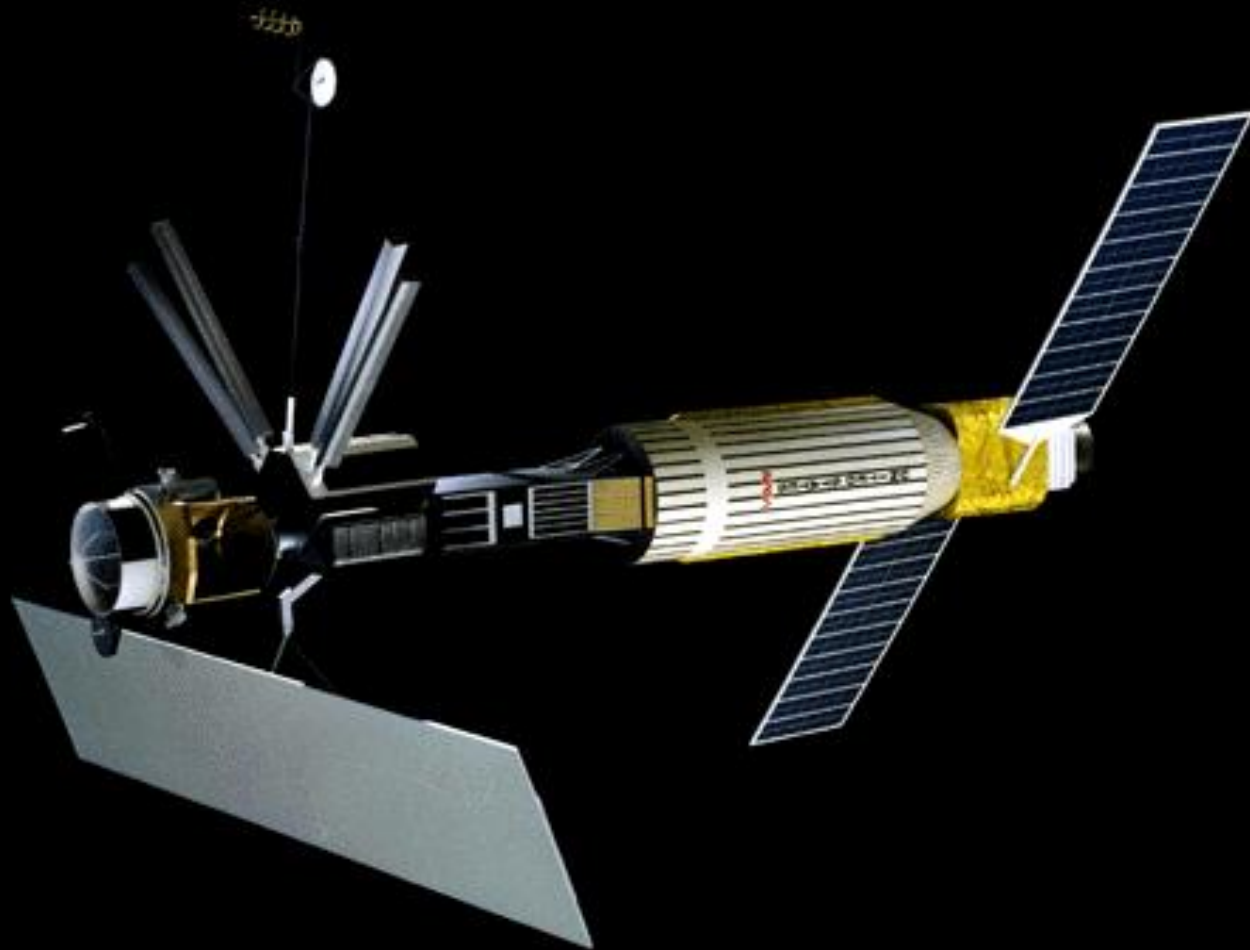
结构系统、温度控制系统、生命保障系统、电源系统、姿态控制系统、轨道控制系统、返回着陆系统。

5.3.1 卫星的基本结构

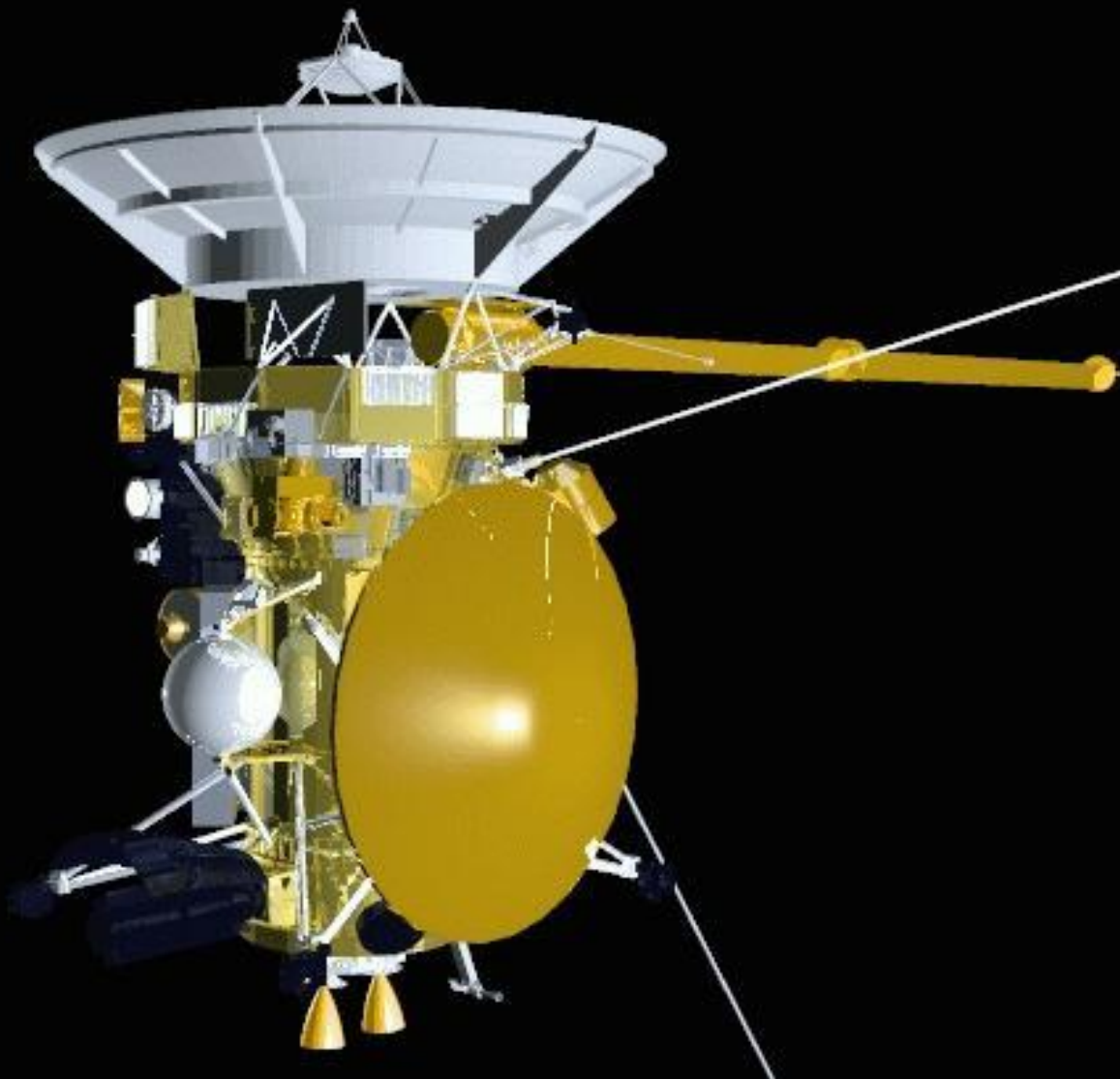
中巴资源卫星



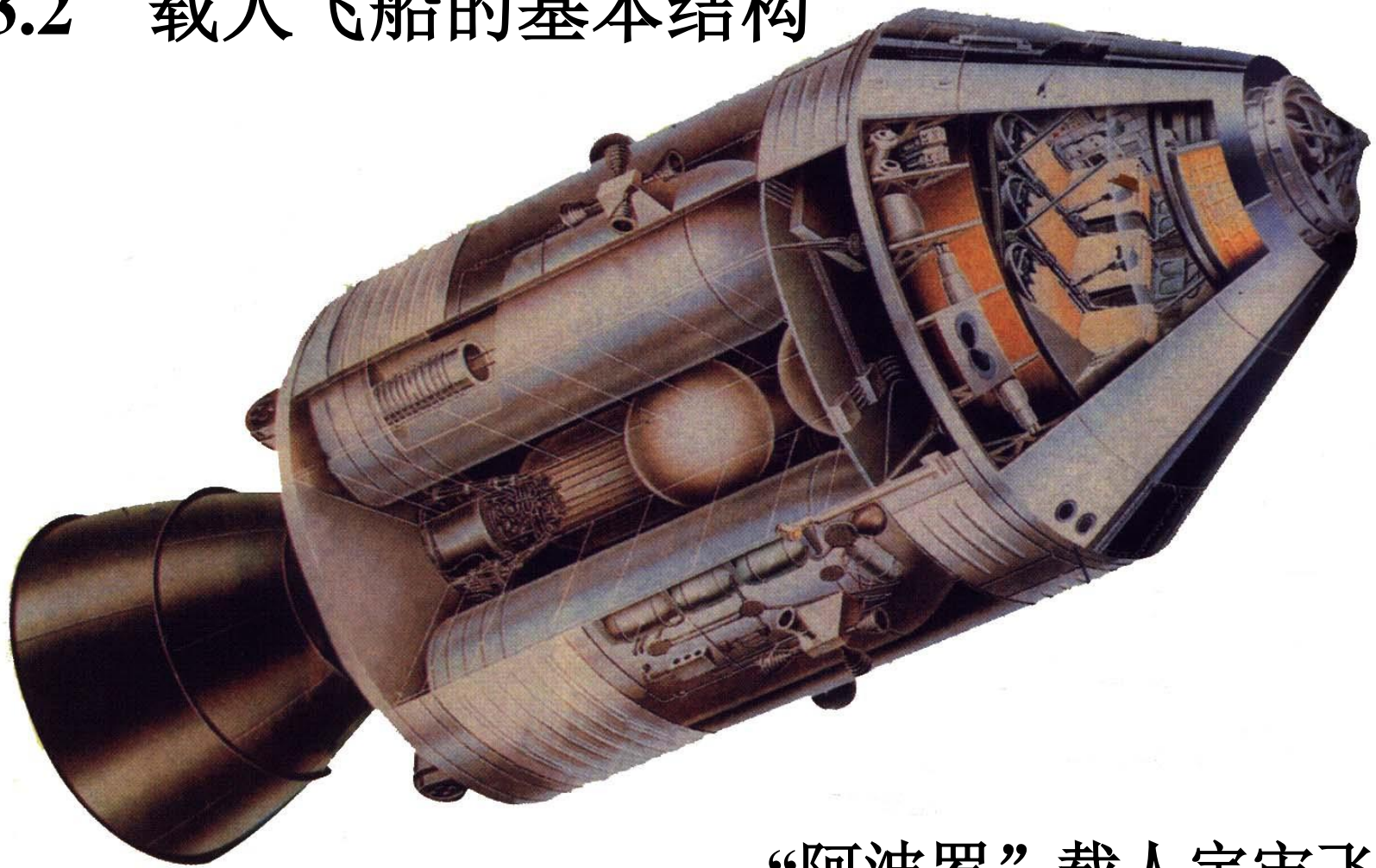
美国海洋资源卫星



伽里略号木星探测器

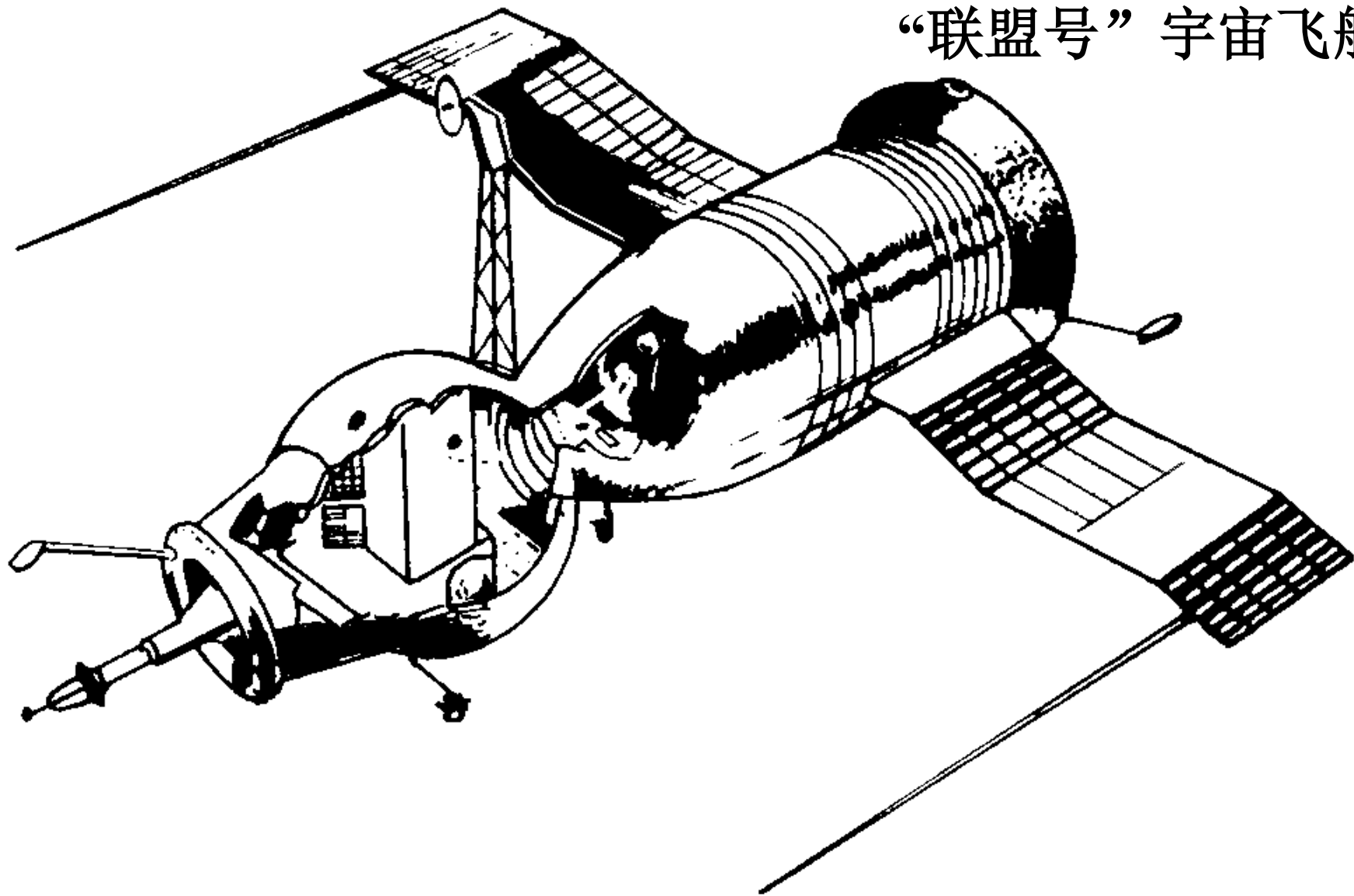


5.3.2 载人飞船的基本结构



“阿波罗”载人宇宙飞船

“联盟号”宇宙飞船



5.3.3 航天飞机的基本结构

航天飞机由轨道器、燃料储箱和助推火箭组成。除燃料储箱外，其余是可以重复使用的。



美国的航天飞机



前苏联的航天飞机



第五章 飞行器的构造

航天飞机的运输



B747

航天飞机

5.3.4 空天飞机的组成和飞行方式

空天飞机是能够象飞机一样自己起飞和降落的航天器

在过渡阶段可以先用现有飞机搭载，实现水平起飞，多次重复使用。

第五章 飞行器的构造



5.3.5 空间站功用和组成

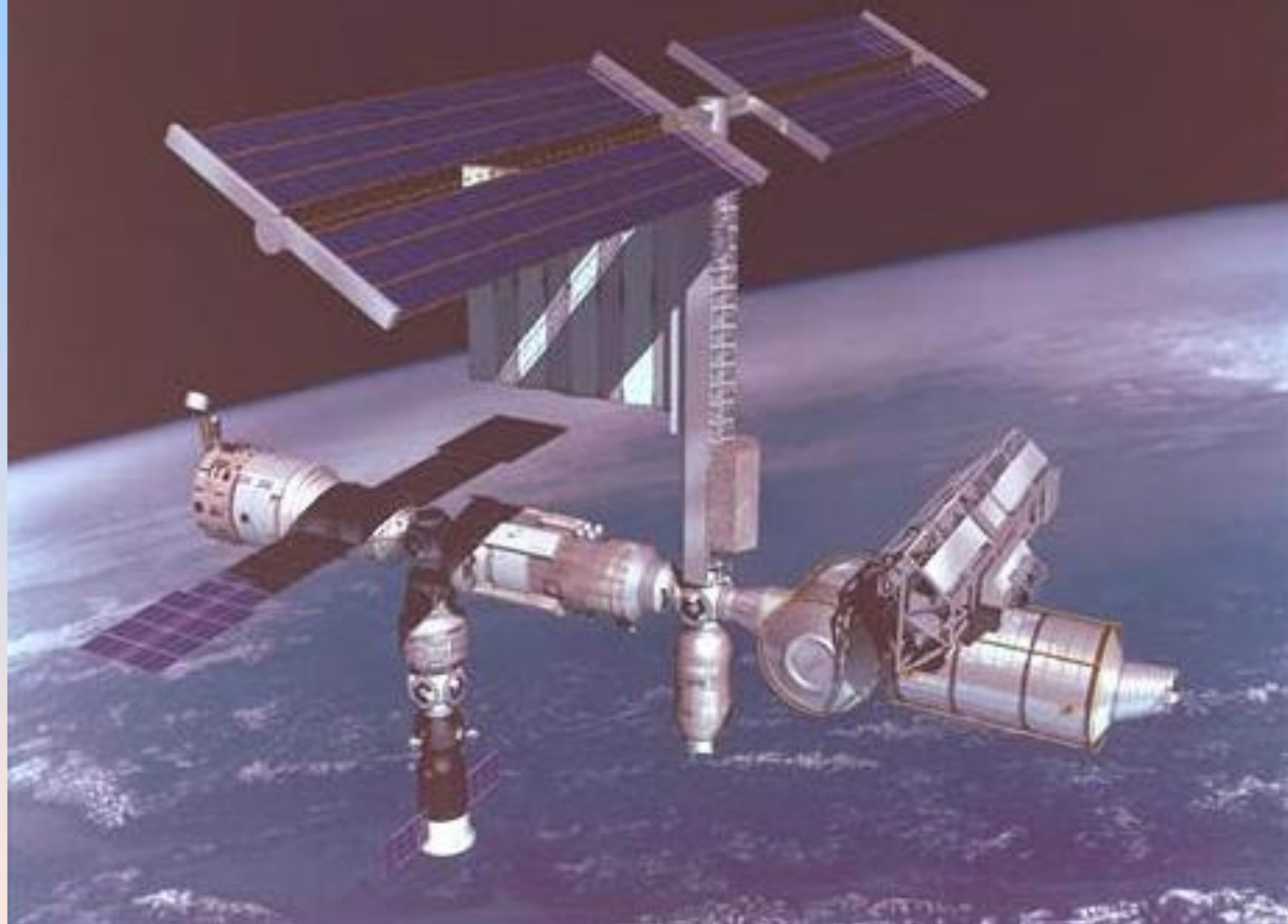
对于需要长时间在空间逗留的工作任务，空间站提供了可能的环境。空间站的功用包括：对地观测，天文观测、科学研究、微重力试验和生产、在轨服务基地等。

空间站的结构一般是由按功能划分的舱段组成，基本组成有：能源舱、工作舱、生活舱、太阳能电池阵，姿态控制系统、通讯系统、对接系统和连接过渡舱等。

和平号空间站



阿尔发国际合作空间站



5.4 火箭和导弹的构造

5.4.1 火箭的基本构造

火箭包括：探空火箭和运载火箭。

探空火箭是在航空器和低轨道卫星之间的探测工具。

运载火箭是发射航天器的工具。

◆ 多级火箭的组合方式

串联、并联和混合式

◆ 多级火箭的级间分离方式

热分离和冷分离

世界著名运载火箭

自从苏联发射第一颗人造卫星起，运载火箭的发展经历了改装、独立发展、大型化和产业化一系列发展阶段。40多年来，苏联、美国、中国、法国、日本、欧空局、印度等国共研制了十几个系列、近百种型号的运载火箭。

大力神运载火箭



长征系列运载火箭



东方号运载火箭

阿里安系列运载火箭

宇宙号运载火箭

阿里安5运载火箭



日本的运载火箭

土星系列运载火箭



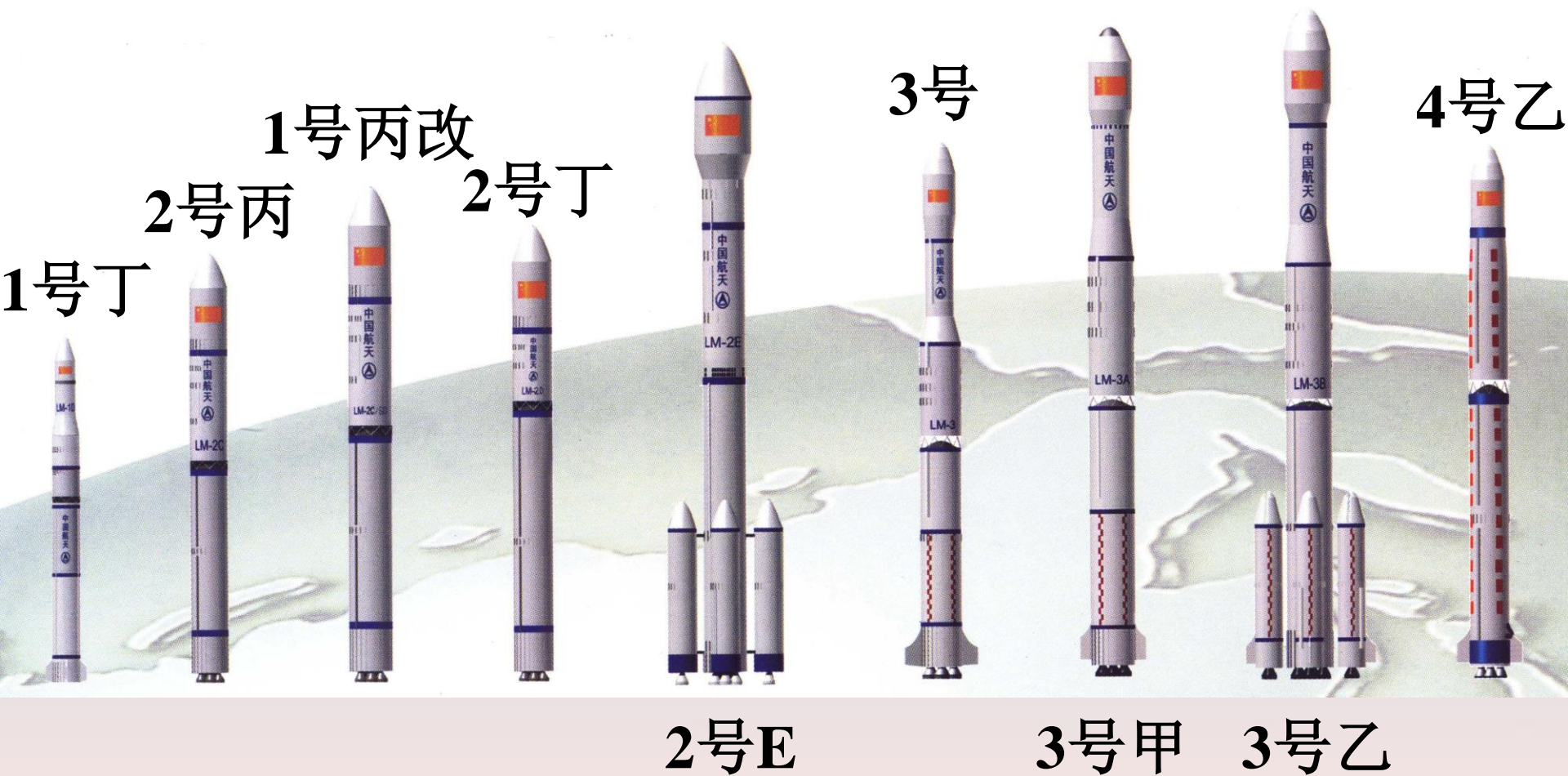
质子号运载火箭

德尔塔运载火箭



第五章 飞行器的构造

长征系列运载火箭



长征-2E运载火箭

长征-2E火箭的研制始于1986年。它是利用长征-2号两极运载火箭技术，捆绑四个助推器，从而提高运载能力，又可降低成本、保证高可靠性。近地轨道运载能力为8-9吨。火箭全长51米，芯级直径为3.35米，助推器直径2.25米，起飞重量为462吨，起飞推力600吨。长征-2E运载火箭的动力系统除了四台助推器增加四台发动机外，其余均与长征-2号运载火箭相同。控制系统和结构系统均采用长征-2号和长征-3号的技术，基本继承了原结构。



质子系列运载火箭

“质子”号系列是原苏联的一种著名运载火箭。火箭采用串并联式结构，并联各级横向隔开。火箭送入近地轨道的有效载荷大于20吨，送入地球同步轨道的有效载荷为2.2-4吨。“质子”号火箭在飞行过程中的稳定性比较差，这就要求，发射物应能承受较大的振动。

“质子”号火箭被认为是一种具有高可靠性、多发射的运载器，其成功率达93%。“质子”号曾先后将“礼炮”号轨道站、“宇宙”系列卫星等送入太空。



土星系列运载火箭

“土星”号运载火箭是美国的一种二级和三级运载火箭系列。“土星”1号为试验型两级运载火箭，用于研究总体部件和把“阿波罗”宇宙飞船发射入轨。“土星”1B为两级运载火箭，用以在近地轨道操试载人和不载人的“阿波罗”宇宙飞船。“土星”5为三级运载火箭，用以在近地和

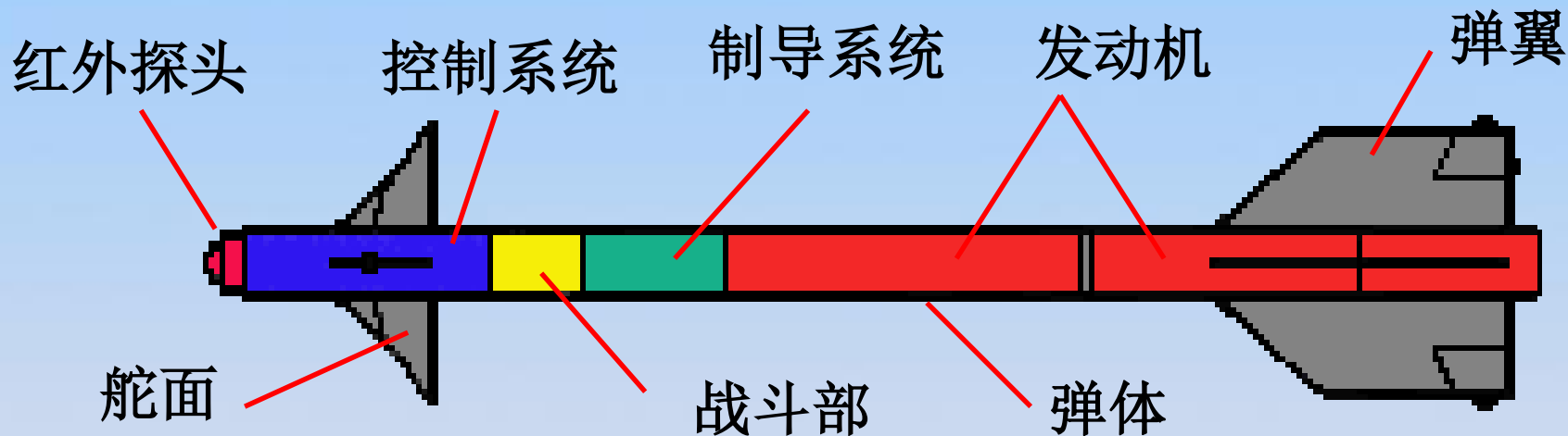


近月轨道
操试“阿波罗”
飞船的全套设备，
以及将航天员送往月球，
从1967年到1973年共发射了13次。

5.4.2 导弹的基本构造

- ◆按飞行方式和气动外形分：有翼导弹和弹道导弹
- ◆按作战分：战略导弹和战术导弹
- ◆按攻击目标分：
 - 反舰导弹，反潜导弹，反坦克导弹，反弹道导弹
- ◆按发射和目标位置分：
 - 空对空导弹，空对地导弹，地对空导弹，岸对舰导弹

一. 有翼导弹

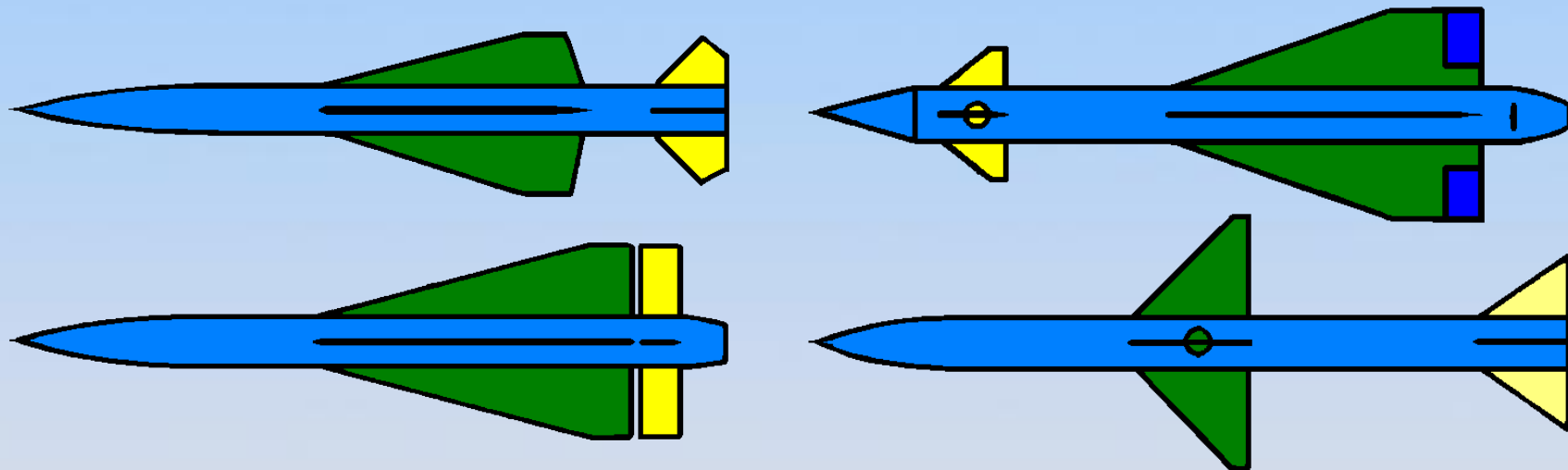


1、组成和功用

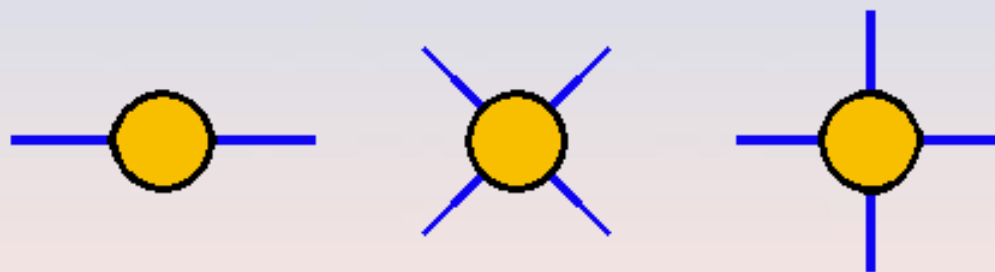
- ◆ **战斗部系统:** 摧毁目标
- ◆ **动力系统:** 提供飞行动力
- ◆ **制导系统:** 引导控制导弹以一定精度飞向目标
- ◆ **弹体:** 装载设备、承受载荷、维持外形

2、气动外形

(1) 气动布局：正常式、鸭式、无尾式、可偏弹翼式



(2) 按弹翼周向分布：平面形，X形，十字形



爱国者导弹系统



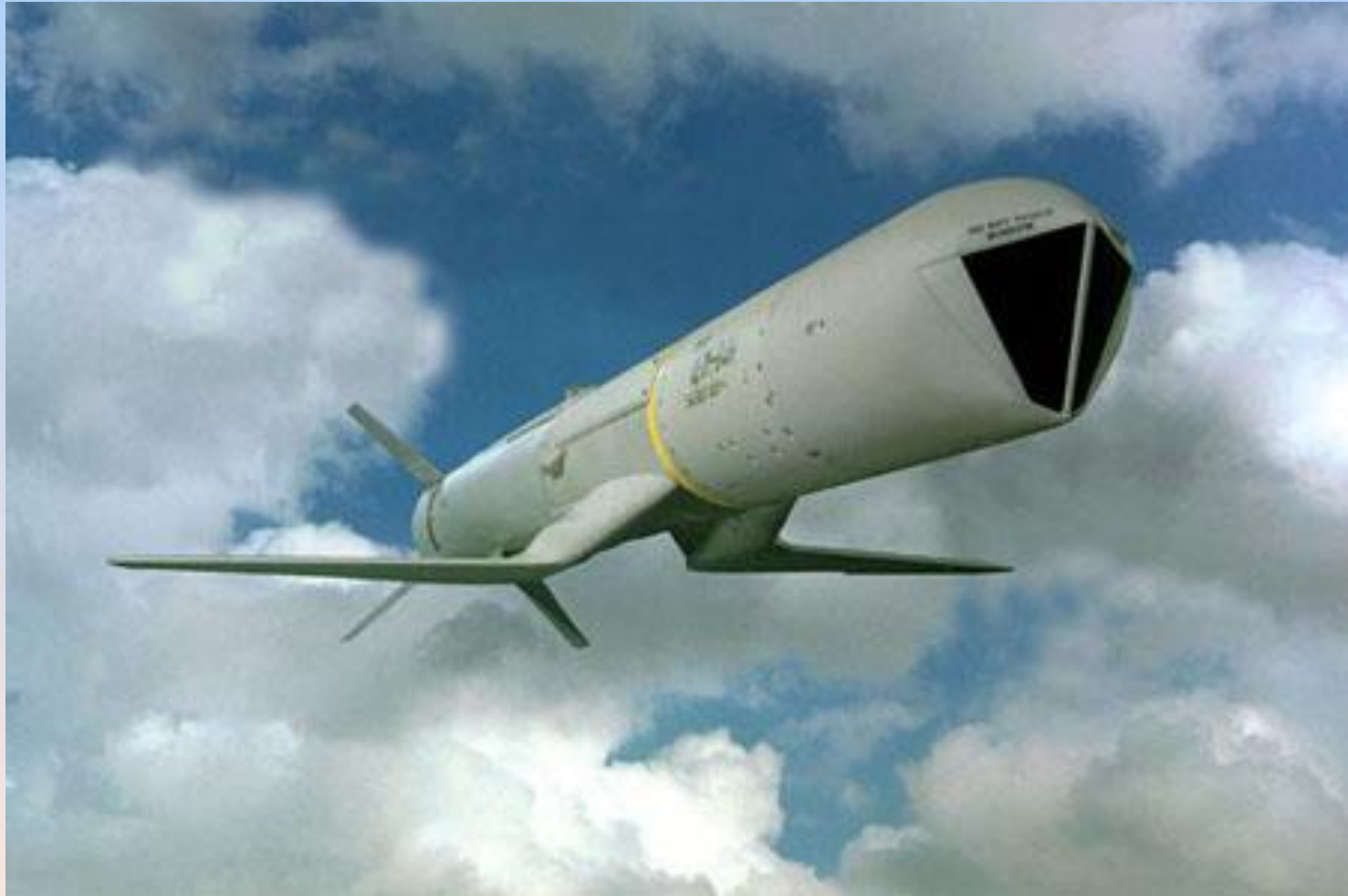
爱国者导弹系统是美国军方研制的一种多用途防空导弹系统。海湾战争中，在红外预警卫星的配合下，爱国者导弹系统击落了大量来袭的“飞毛腿”中程导弹，大出风头。

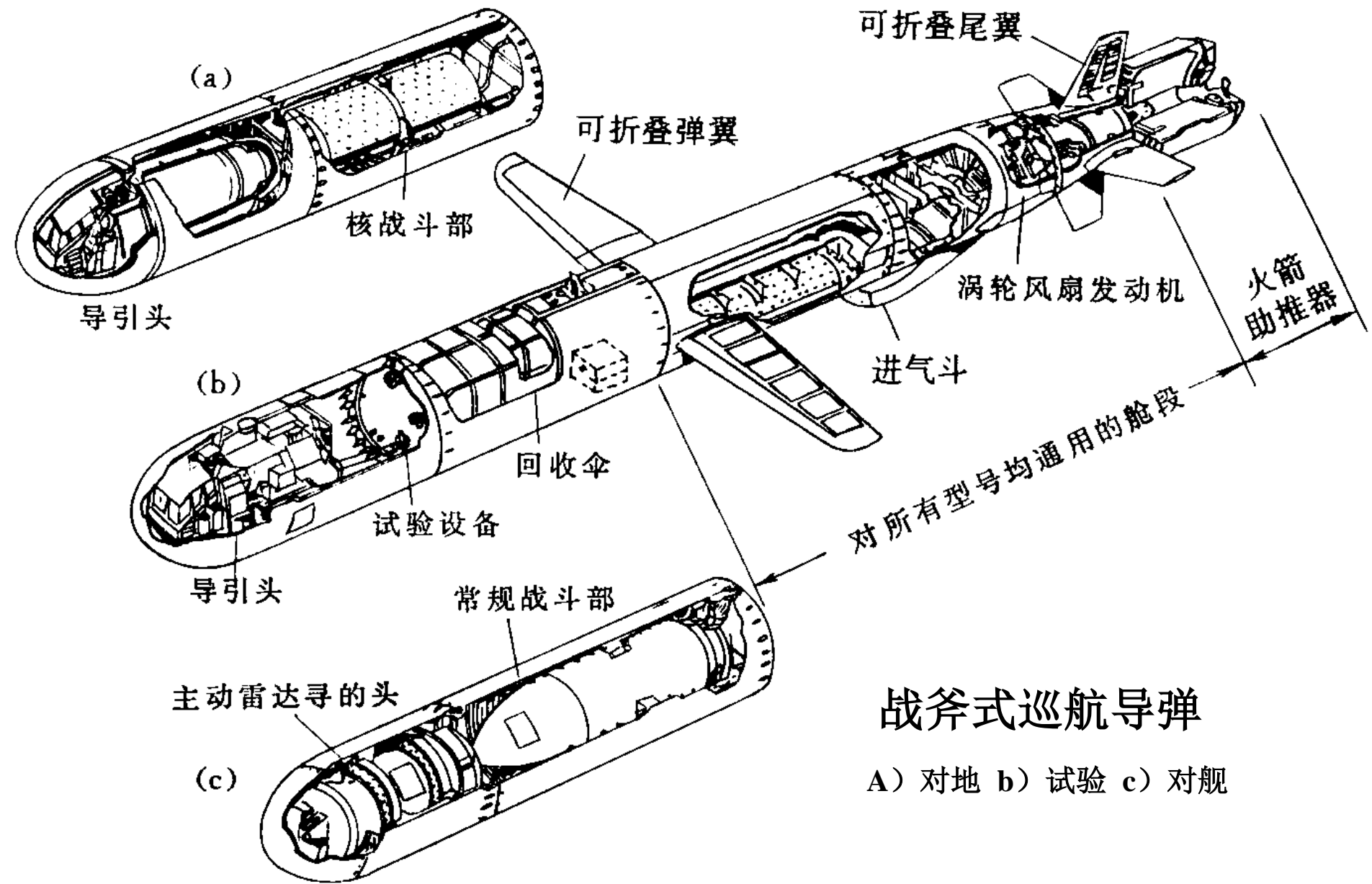
在美军规划的导弹防御体系中，爱国者导弹将充当主要防御手段，在敌方导弹刚发射时或即将命中目标时将其击落。

第五章 飞行器的构造

3、巡航导弹

大部分航迹处于“巡航”状态的导弹，攻击距离远，一般采用喷气发动机或冲压发动机。



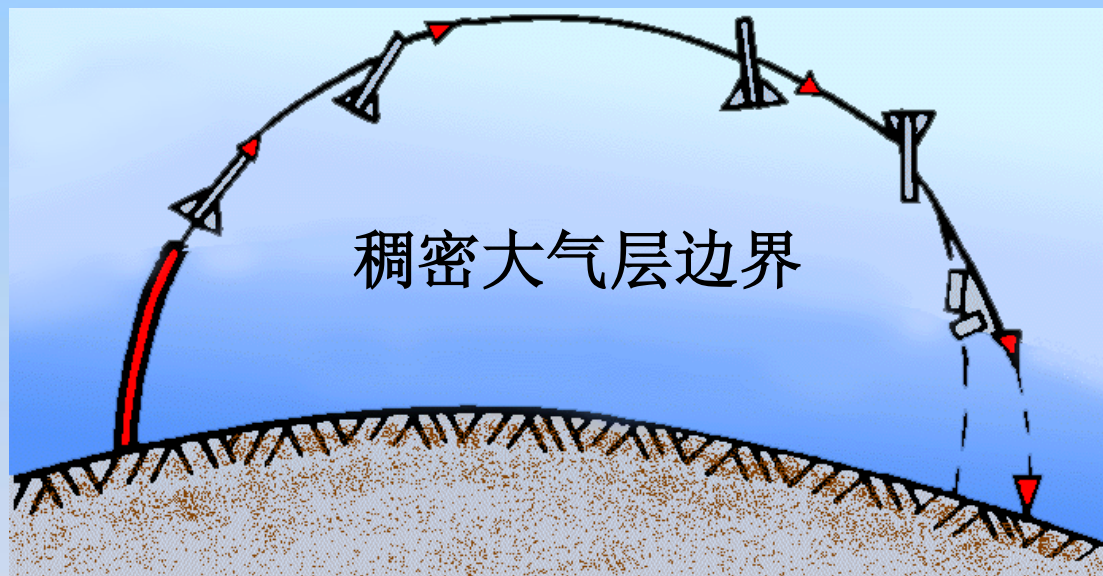


战斧式巡航导弹

A) 对地 b) 试验 c) 对舰

二. 弹道导弹

由于飞行轨迹象炮弹的轨迹，故得名弹道导弹



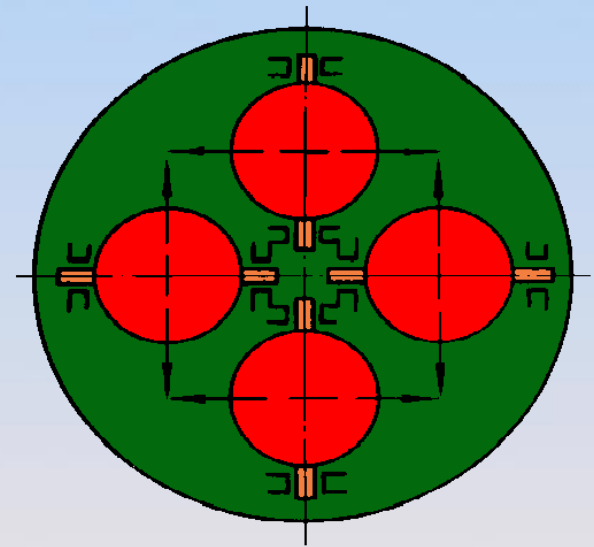
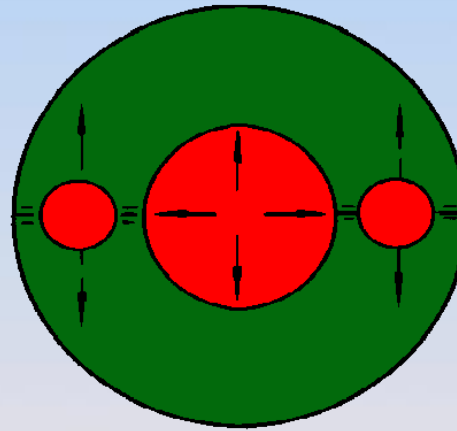
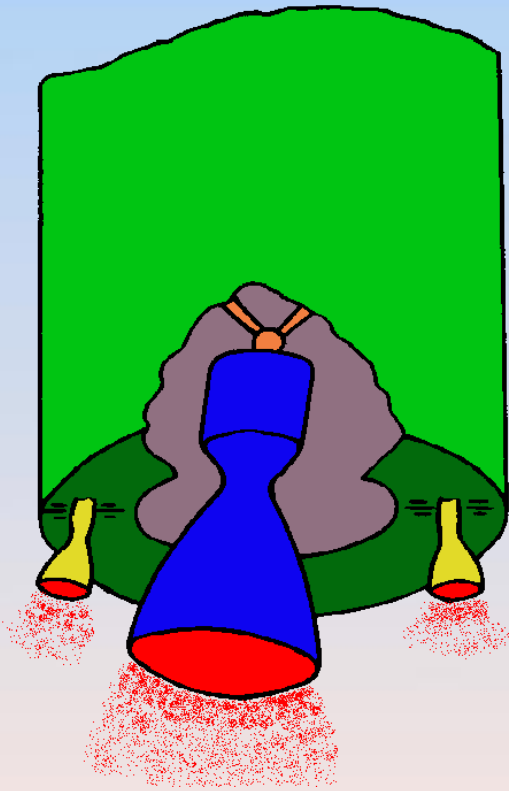
战术导弹：小于1000公里

战略导弹：

近程	1000 ~ 2000公里
中程	2000 ~ 5000公里
远程	5000 ~ 8000公里
洲际	8000 ~ 16000公里

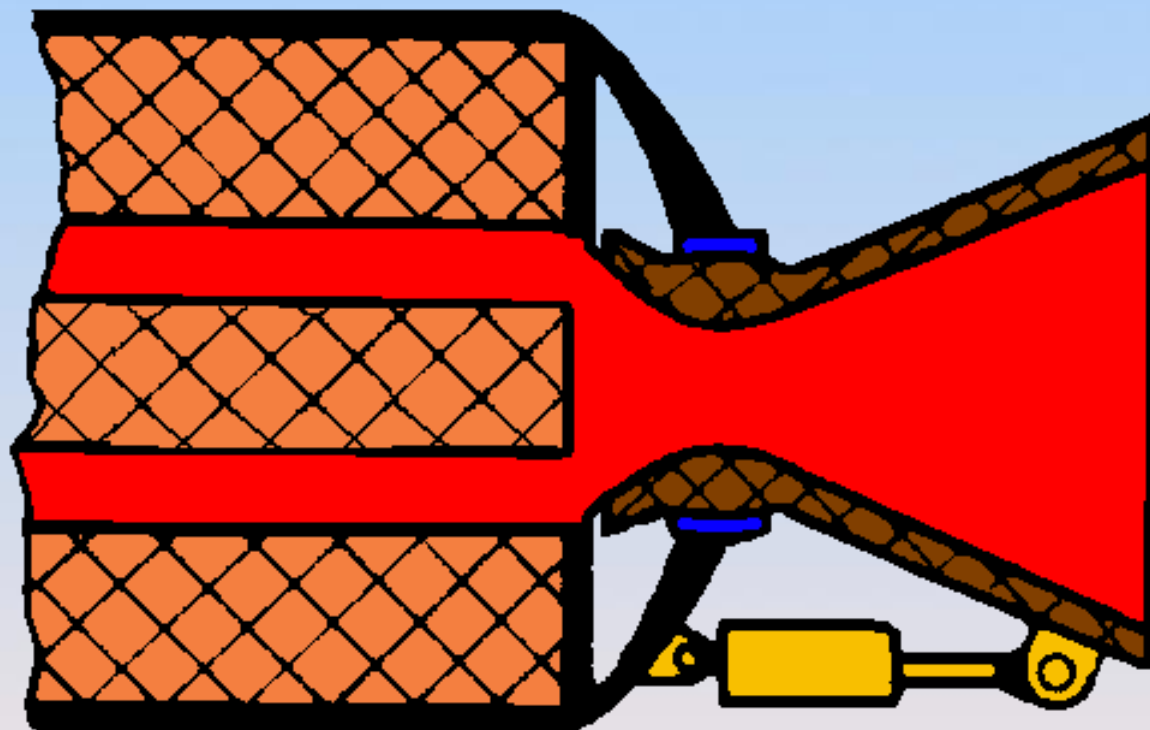
第五章 飞行器的构造

- 2、多级导弹级间分离：热分离和冷分离
- 3、弹道导弹的控制：燃气舵，摆动发动机，摆动喷管，固定式姿态控制发动机，二次喷射技术

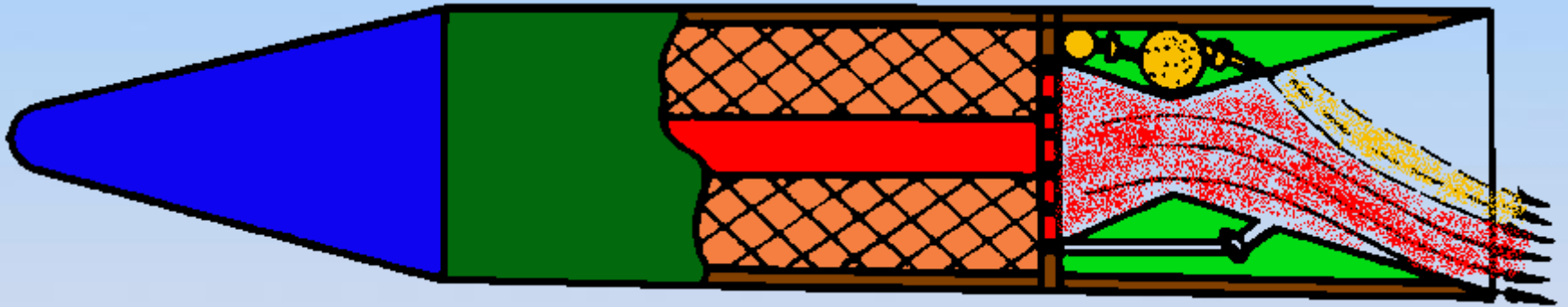


摆动发动机

摆动喷管



二次喷射技术

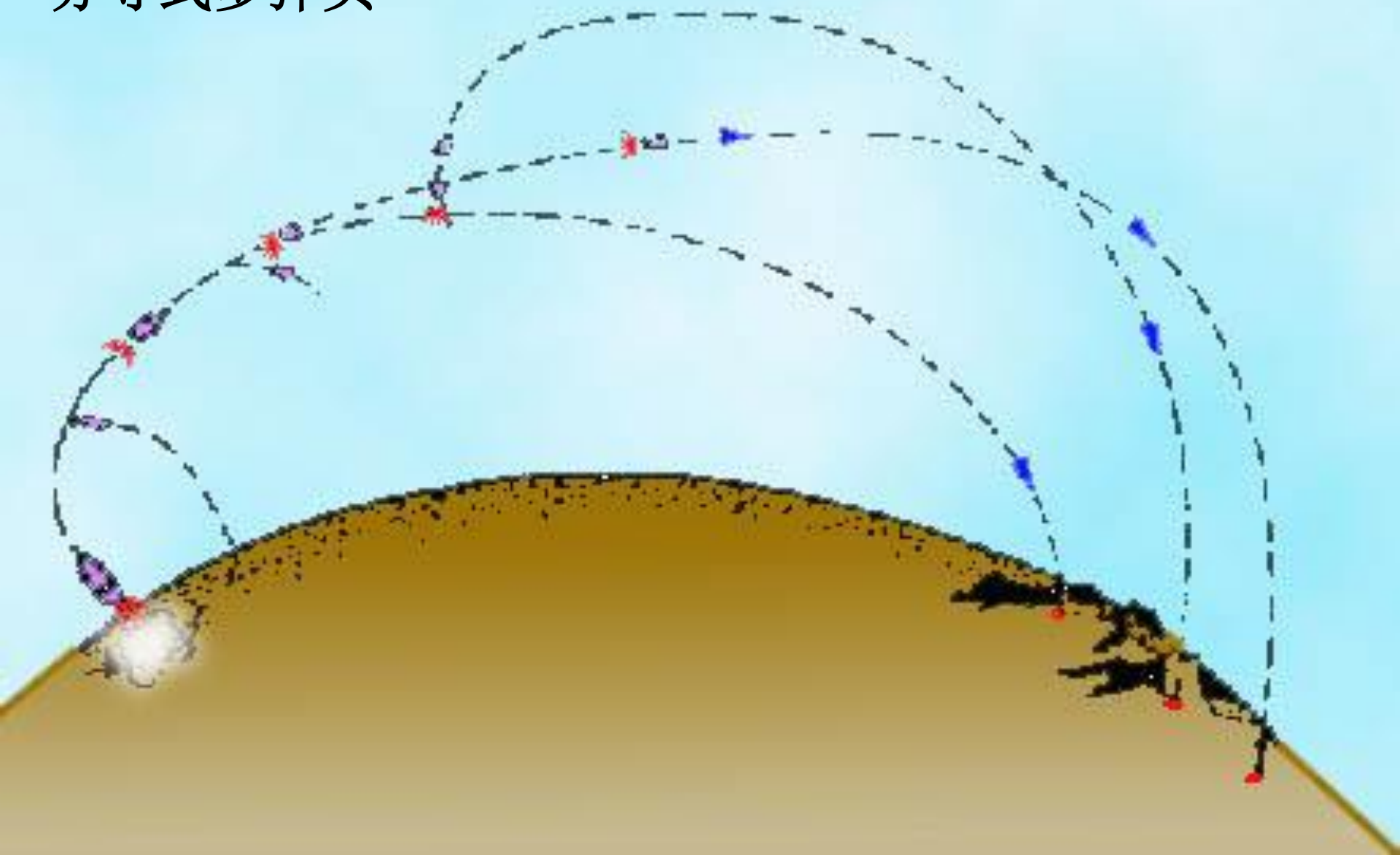


4、多弹头控制方式

集束式多弹头



分导式多弹头



机动式多弹头

