

军事高技术

**高技术**——在最新科学成就的基础上综合开发的，能在一定历史时期对提高生产力、促进社会文明、增强国防实力起先导作用的新技术。

## 1 精确制导技术

### 第一部分 精确制导技术

**精确制导技术**——按照一定规律控制武器的飞行方向、姿态、高度和速度，引导其战斗部准确攻击目标的军用技术。

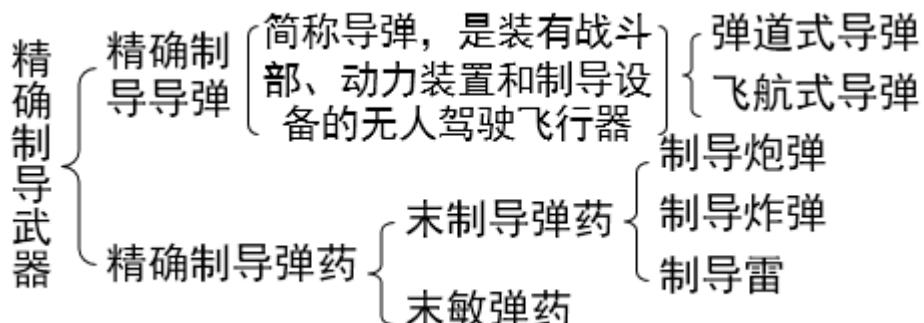
**精确制导武器**——直接命中概率大于 50% 的制导武器。

**直接命中**——圆公算误差（CEP）小于弹头的杀伤半径。

**CEP** 是 Circular Error Probable 的缩写，又叫圆概率误差。

**CEP**——以平均弹着点为圆心，包含 50% 弹着点的圆的半径。

分类：



**制导炮弹**——由地面火炮发射、弹丸带有制导装置的炮弹。

Eg.

中美关系中的一次重大事件

时间--1999 年 5 月 8 日。

地点--我国驻南斯拉夫大使馆（左图为被炸弹炸毁后的情况）。

### 导弹的分类

#### (一) 按作战使命分类

内 容	战 略 导 弹	战 术 导 弹
攻 击 目 标	敌方纵深目标或反击 敌战略导弹	战场范围内目标
射 程	1,000km以上	1,000km之内
指 挥 权	国家最高统帅部	战役战区指挥员

#### (二) 按飞行弹道分类

**有翼式导弹**（又称飞航式导弹、飞机式导弹）——始终有动力、有弹翼、只能在大气层内飞行。

**弹道式导弹**（飞行轨迹的绝大部分是自由抛物体轨迹）——前期有动力、无弹翼、可在大气层也可在外层空间飞行。

#### (三) 按射程分类

近 程——1,000km 之内；  
 中 程——1,000-3,000km；  
 远 程——3,000-8,000km；  
 洲 际——8,000km 以上。

#### (四) 按发射点和目标位置分类

## 1、发射点：地 空 舰 潜

## 目 标：地 空 舰 潜

如：地地导弹、地空导弹、舰地导弹、空潜导弹等。

2、发射点：空（A） 面（S） 空空（AA）

空面 (AS)

面面 (ss)

目 标: 空 (A) 面 (S) 面空 (SA)

常用符号：A—空中；S—面；N—海军；

X—试制； M—导弹。例 SS-NX-23。

### (五) 按发射点分类

如：机载导弹、舰载导弹、车载导弹、炮射导弹等。

## (六) 按打击目标分类

如：反坦克导弹、潜导弹、防空（反飞机）导弹、反辐射导弹等。反舰导弹、反

#### 四、导弹的特点

### (一) 威力大;

## (二) 射程远;

### (三) 速度快;

#### (四) 精度高:

例一：海湾战争中，伊被毁 52 座桥梁，其中 42 座被精确制导武器击毁。一架 F-15E 战斗机携带 16 枚制导炸弹，在一次战斗中击毁伊军 16 辆坦克。

例二：以色列偷袭伊拉克核反应堆(1981年6月7日)

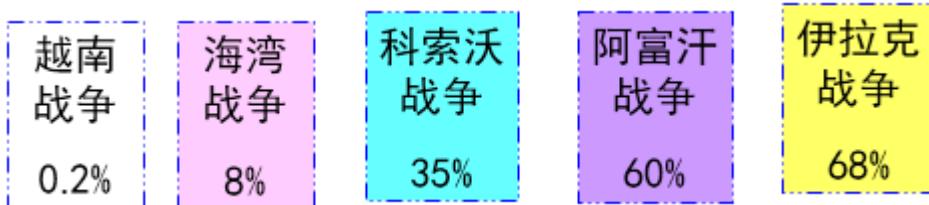
### (五) 效费比高

## (六) 自动化程度高

一个机动目标从被发现到袭击，科索沃战争已经缩短到用小时来计算，阿富汗战争用几十分钟，伊拉克战争只要几分钟至十几分钟。

伊拉克战争中， $\frac{1}{3}$  飞机在起飞前接受作战任务， $\frac{2}{3}$  飞机在起飞后随时接受作战指令。

因此，在历次局部战争中，美军使用的精确制导武器占投射武器的比重越来越高：



## 五、导弹的组成

## (一) 战斗部 (弹头)

## 1、装药

普通装药(含爆破型、聚能穿甲型、破片型);

核装药（含原子弹、氢弹、中子弹）；

特种装药（含燃烧弹、军用毒剂弹、生物战剂弹）。

## 2、引信（引爆装置）

有触发式、近爆式、定时式等。

## 3、保险执行机构

## 4、防热设施

## （二）动力装置

1、火箭发动机——工作时不需要空气，推进剂（燃烧剂和氧化剂的总称）全部自身携带。分为

### （1）固体发动机

由五大件组成：点火药、装药、燃烧室、挡药板喷管。

### （2）液体发动机

## 2、空气喷气发动机

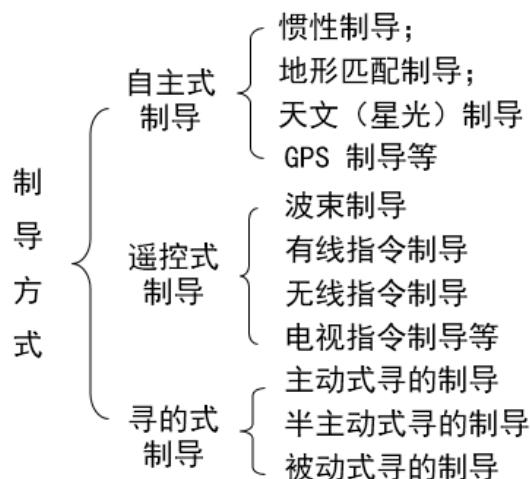
## 3、两种发动机的比较

比较内容	火箭发动机	空气喷气发动机
推进剂携带	燃烧剂、氧化剂	燃 烧 剂
发动机工作范围	大气层、外层空间	大 气 层
发动机工作弹道	主 动 段	全 程
采用的导弹	弹道式导弹	有翼式导弹

## （三）制导系统

——导引系统和控制系统的总称。

## 2、制导方式的分类



### （1）自主式制导

——完全依靠弹上制导设备和发射前存放在弹体内的预先确定的程序控制导弹飞行。

特点：隐蔽性好，抗干扰能力强，射程远，制导精度高。发射后不能控制，只能用于攻击固定目标或运动轨迹已知的活动目标。

1) 惯性制导；

2) 地形匹配制导（景象匹配制导）；

3) 天文制导——由弹上设备测量天体位置取得导引信息。

4) GPS 制导 (卫星定位系统制导)

——利用弹上安装的 GPS 接收机，接收 4-5 颗导航定位卫星播发的信号，测出导弹的实际飞行弹道，与预先存放在弹上计算机内的拟定飞行弹道比较，发现并修正偏差，将导弹导向目标。GPS 制导可在较差气象条件和一般干扰环境下精确地进行制导。美军精确制导武器中约有 70% 装有 GPS 制导。

### (2) 遥控式制导

——由设在导弹以外的地面、水面或空中的制导站测定目标和导弹的相对位置，并向导弹发出指令，控制导弹飞向目标。

特点：控制信息来自制导站，发射后可控，适合攻击活动目标。但制导精度随射程增加而降低。

#### 1) 有线指令制导

——目视瞄准、手控跟踪、有线传输指令的制导。

特点：导弹与制导站（指挥站）有导线相连，指令由导线传给导弹。设备简单，抗干扰能力强。但受导线长度的限制。

#### 2) 无线指令制导

——制导站通过无线电设备传输指令的制导。

#### 3) 电视指令制导

——导弹头部装有电视摄像机和电视发射机，后者将所摄图象信号通过微波传送给制导站。制导站形成指令再发给导弹，引导其击中目标。

#### 4) 波束制导 (驾束制导)

——制导站发出跟踪目标的旋转电磁波波束，导弹沿波束轴线飞向目标。波束制导分为雷达波束制导和激光波束制导。

有：

三点法导引（单雷达波束制导）

前置点法导引（双雷达波束制导）

缺点：易受干扰，导弹易脱

离波束，不适合攻击快速目标

### (3) 寻的式制导

——依靠弹上设备接受目标辐射或反射的某种能量，确定目标的位置，并形成导引信息，自动控制导弹飞向目标。

特点：隐蔽性好，有效距离内精度高，适合攻击活动目标。制导距离近，多用于复合制导的末制导。

#### 1) 主动式寻的制导

——照射目标的能源在导弹上。

#### 2) 半主动式寻的制导——照射目标的能源不在导弹上。

#### 3) 被动式寻的制导

——不需要照射目标的能源。弹上设备被动地感受目标辐射的能量。

制导方式	自主式	遥控式	寻的式
射程	远	较远	近
制导站	无	有	无(主动式)
			有(半主动式)
			无(被动式)
导弹飞行中与目标联系	无	有	有
攻击目标	固定	固定、活动	固定、活动
命中精度	高	较高	高
抗干扰能力	好	多数较差	差
发射后不管	是	否	是(主动式)
			否(半主动式)
			是(被动式)

#### (4) 组合制导(复合制导)

——一种武器中采用两种或两种以上制导方式组合而成的制导技术。这是精确制导武器的常用制导方式。

组合形式:

1) 并联组合;

2) 串联组合。有

自主式制导+寻的式制导

自主式制导+遥控式制导

自主式制导+遥控式制导+寻的式制导

遥控式制导+寻的式制导等

#### (四) 弹体

1、功能:

(1) 良好的飞行性能——良好的空气动力外形。

(2) 在各种状态(飞行、发射、运输等)下,承受外力而不损坏——足够强度的结构和材料。

(3) 保证内部的仪器设备在各种环境(如高温、低温等)能正常工作——高质量的内部空间。

2、对材料的要求:

强度、刚度好,重量轻,成本低,耐高、低温等。

#### 六、导弹武器系统

——导弹和使导弹能够完成作战任务的一套完整的设备。

## 第二部分 战略导弹

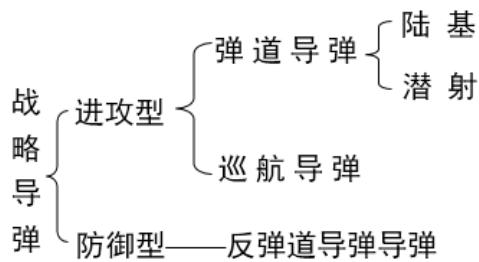
一、战略导弹的分类

二、战略弹道导弹

三、战略巡航导弹

四、反弹道导弹导弹

## 一、战略导弹的分类

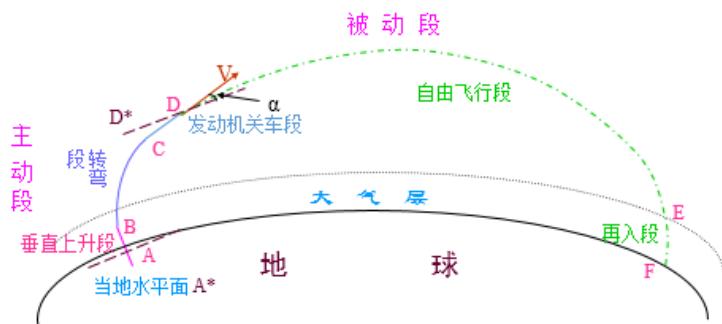


## 二、战略弹道导弹

战略弹道导弹  
弹道导弹 战术弹道导弹

### (一) 弹道导弹的飞行弹道

导弹在空间飞行时，其重心运动的轨迹叫飞行弹道。它分为主动段（AD）《含垂直上升段（AB）、转弯段（BC）、发动机车段（CD）》和被动段（DF）《含自由飞行段（DE）、再入段（EF）》两部分。



### (二) 弹道导弹飞行弹道的两个主要参数

#### 1、主动段终点弹道倾角（熄火角）

——主动段终点导弹纵轴的延长线与发射点平面之间的夹角。

2) 对弹道倾角控制得越精确，弹头的命中精度越高。

#### 2、主动段终点速度（熄火速度）

1) 熄火角不变，熄火速度越大，射程越远。

2) 对熄火速度控制得越精确，弹头的命中精度越高。

### (三) 弹道导弹的制导方式

战略弹道导弹通常采用惯性制导。

#### 1、惯性制导

——利用物质的惯性测量导弹的加速度来确定导弹的飞行弹道的制导。

优点：不受外界干扰，不受距离限制，可全天候工作。

缺点：存在积累误差。

#### 2、惯性制导的两个重要部件：

(1) 加速度计 —— 测量导弹在飞行中的加速度、速度和位置。

(2) 陀螺仪

陀螺——一个绕其转轴作高速旋转运动的刚体。

陀螺的特性——定轴性。

把陀螺安装在内外环上，使其转子可绕三个方向自由地转动，就成为三自由度陀螺仪。

#### (四) 弹道导弹的突防

——导弹突破敌方反导防御系统拦截，进入预定目标区。

1、采用电子对抗手段突防（略）

2、多弹头突防：

（1）集束式多弹头

——母弹头和子弹头均无制导和推进装置。

母弹头到达释放点后，将全部子弹头同时释放出来，共同攻击一个目标。

（2）分导式多弹头

——母弹头装有制导和推进装置，子弹头无制导和推进装置。

母弹头作机动飞行，不断改变飞行弹道，逐个或同时释放子弹头。

（3）机动式多弹头（全导式多弹头）

——母弹头和子弹头均装有制导和推进装置。

### 三、战略巡航导弹

巡航导弹——飞行轨迹的大部分以巡航速度飞向目标的有翼式导弹（飞航式导弹）。

按作战用途分为战略巡航导弹和战术巡航导弹。

#### (一) 巡航导弹的制导方式

巡航导弹通常采用地形匹配（数字景象匹配）制导。

地形匹配制导

——先将导弹预定航线所经地区的地形测绘成显示高度的数字地图，存入弹上计算机。导弹在飞行中，再与测得的该地区一系列高程数据相比较，修正导弹的飞行弹道。

#### (二) 巡航导弹的发射方式

#### (三) 巡航导弹的特点：

1、体积小，重量轻；

2、可远距离发射；

3、隐蔽性好；

4、命中精度高；

5、有多种发射方式；

6、威力大。

### 四、反弹道导弹导弹

——用以摧毁来袭的战略弹道导弹的导弹。

成功拦截的五大环节：

1、及时发现； 2、正确识别； 3、精密跟踪； 4、迅速决策； 5、有效拦截。

2010年1月11日和2013年1月27日，我国先后成功地进行了陆基中段反导拦截技术试验。

我国国防部长梁光烈在国庆60周年前夕表示：

第二炮兵是中央军委直接掌握使用的战略部队，是中国实施战略威慑的核心力量。

第二炮兵已形成核常兼备、固液并存、射程衔接、战斗部种类配套的武器装备体系，具备陆基战略核反击能力和常规导弹精确打击能力。

## 2 空间技术（航天技术）

### 第一部分 概述

一、空间技术的发展概况

二、航天器的定义和种类

三、航天器环绕地球运行的基本条件

#### 四、航天器的发射

#### 五、人造卫星的运行轨道

#### 六、人造卫星的基本组成

### 第二部分 军用航天器

- 一、军用卫星
- 二、宇宙飞船
- 三、航天站
- 四、航天飞机

## 一、空间技术（航天技术）的发展概况

空间技术——通过将无人或载人航天器送入太空，达到开发和利用太空目的的综合性工程技术。

### 1、至今，成功发射的航天器有：

- 1) 人造地球卫星
- 2) 宇宙飞船
- 3) 空间站
- 4) 航天飞机
- 5) 深空（含月球）探测器

深空探测器简介：

航空——稠密大气层以内的航行。  
航天——稠密大气层以外、太阳系以内的航行。  
航宇——飞出太阳系到恒星际无限宇宙的航行。

月球探测——至 2009 年底，全世界共 56 次成功发射无人月球探测器以及美国发射的 6 艘载人登月飞船。

月球探测器中，美国发射成功 25 次，苏联发射成功 25 次。第一个对月球表面进行探测的探测器是苏联于 1959 年 1 月发射的“月球-2 号”探测器。还有 6 次分别是：

日本于 1990 年 1 月发射了“飞天”号掠月探测科学卫星，又于 2007.9.14 成功发射了“月亮女神”绕月探测器。

2003.9.27，欧空局发射成功“灵巧-1”号月球探测器。2006.9.3，该探测器以小角度成功撞月。

中国于 2007.10.24 成功发射了“嫦娥一号”月球探测器，2009.3.1 成功撞月。（2010.10.1 成功发射了“嫦娥二号”月球探测器）

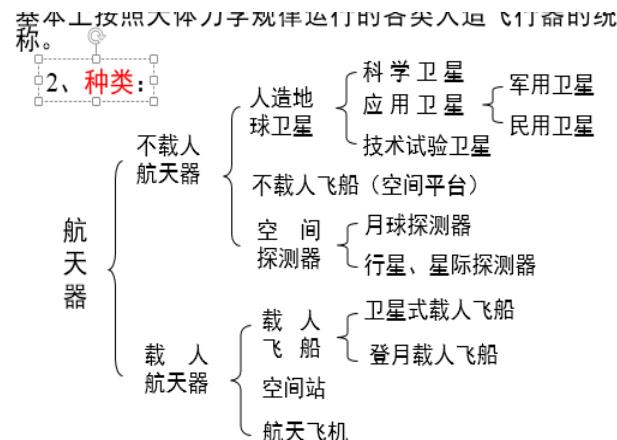
印度“月船一号”月球探测器 2008.10.22 成功发射。

美国于 2009.6.18 一次成功发射两颗月球探测器。（2011.9.10 又一次成功发射两颗月球探测器）

## 二、航天器的定义和种类

1、定义：航天器是在地球大气层以外的宇宙空间，基本上按照天体力学规律运行的各类人造飞行器的统称。

### 2、种类：



### 三、航天器环绕地球运行的基本条件

#### (一) 速度条件

$V_1=7.9\text{km/s}$  (第一宇宙速度, 又称环绕速度)

$V_2=11.2\text{km/s}$  (第二宇宙速度, 又称脱离速度)

$V_3=16.8\text{km/s}$  (第三宇宙速度, 又称逃逸速度)

航天器环绕地球运行的条件是：

一是具有足够大的速度 ( $V_1 < V < V_2$ );

二是具有足够的高度 (大于 120km)

### 四、航天器的发射

#### (一) 多级火箭运载

火箭——依靠发动机喷射工作介质，产生巨大反作用力向前推进的飞行器。

有：化学火箭 固体火箭

液体火箭

固液混合型火箭

核火箭

电火箭

如：太阳能离子发动机（欧空局 2003 年 9 月 27 日发射的欧洲首枚月球探测器“SMART-1”首次长时间使用）。

我国现有三大航天发射场：

1、酒泉卫星发射中心——始建于 1958 年，其发射区域在甘肃酒泉市东北，北纬 40.6°。用于发射较大倾角的航天器。“神舟”飞船从这里起飞。

2、太原卫星发射中心——始建于 1966 年，其发射区位于山西太原市西北，北纬 37.5°。用于发射太阳同步轨道卫星。

3、西昌卫星发射中心——始建于 1970 年，其发射区位于四川西昌市西北的冕宁县境内，北纬 28.1°。现用于发射地球同步轨道卫星，未来与海南发射场互补。

海南航天发射场 2009.9.14 动工，拟于 2013 年建成。

1) 海南发射场距赤道最近(北纬 19.4°)。发射场的纬度越低，发射火箭的成本越低。

2) 飞行航区更安全——海南四面环海。

3) 方便大型火箭运输——从海上运输，不受火箭高度、大小等的限制。

#### (二) 航天飞机运载

航天飞机——能重复使用，可以在太空与地球之间来回往返的航天器。

##### 1、美国的航天飞机

美国先后有六架航天飞机：“哥伦比亚”号 (1981.4.12 首航成功；2003.2.1 返回途中解体坠毁)、“发现”号、“亚特兰蒂斯”号、“企业”号、“挑战者”号 (1986.1.28 失事坠毁)、“奋进”号 (代替“挑战者”号)。

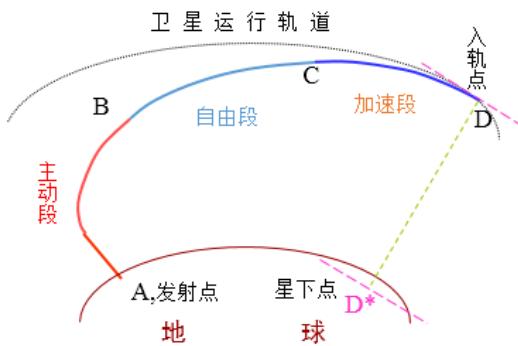
##### 2、苏联的航天飞机

1988 年 11 月 15 日苏联成功发射了“暴风雪”号航天飞机。

它也由三部分组成：轨道器、“能源”号火箭、4 枚液体火箭助推器。

### (三) 地球卫星的发射轨道

与弹道式导弹弹道的主动段不同，卫星的发射轨道（发射点和入轨点之间的轨道）分为：主动段(AB)、自由段(BC)、加速段(CD)。



## 五、人造地球卫星的运行轨道

### (一) 轨道参数

1、入轨点——卫星在轨道上开始运行的那一点。

2、卫星高度( $H$ )——卫星到地球表面的距离。

    近地点——轨道离地面最近的位置；近地点高度。

    远地点——轨道离地面最远的位置；远地点高度。

3、运行周期( $T$ )

    ——卫星沿轨道绕地球飞行一圈的时间。

4、轨道倾角( $i$ )

    ——卫星轨道平面和地球赤道平面之间的夹角。

    赤道轨道： $i=0^\circ$

    极地(轨)轨道： $i=90^\circ$

    倾斜轨道：    顺行轨道： $0^\circ < i < 90^\circ$ ： $v_{\text{卫}}$ 与 $v_{\text{地自}}$ 一致

                  逆行轨道： $90^\circ < i < 180^\circ$ ： $v_{\text{卫}}$ 与 $v_{\text{地自}}$ 相反

### (二) 地球同步轨道(对地静止轨道)

特点：卫星高度：35,800km (35,786km)

轨道倾角： $0^\circ$

运行周期：23 : 56'04" (与地球自转周期相等)

运行方向：与地球自转方向相同

用途：可对特定地区进行长时间、不间断观察和通信等。

### (三) 太阳同步轨道

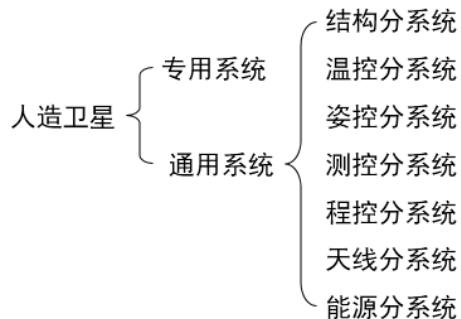
——卫星轨道平面绕地球自转与地球公转方向相同、角速度大小基本一致的卫星轨道。

特点：太阳光与卫星轨道平面之间的夹角始终保持不变。

选择合适的运行周期，沿太阳同步轨道运行的卫星，在每次经过同一地点上空，能保持同一地方时和同一运动方向，对地进行观测。

附：  
太阳同步轨道示意图

## 六、人造卫星的基本组成



## 第二部分 军用航天器

### 一、军事卫星：

- (一) 侦察卫星
- (二) 通信卫星
- (三) 导航卫星
- (四) 气象卫星
- (五) 测地卫星
- (六) 拦截卫星

### 二、宇宙(航天)飞船

### 三、航天站

### 四、航天飞机(略)

## 一、军事卫星

### (一) 侦察卫星

——用于获取军事情报的人造卫星。

1、特点：(1) 侦察范围广；(2) 传递速度快；(3) 条件限制小；(4) 工作寿命长；(5) 生存能力强

### 2、情报的传递

- (1) 直接回收——地面冲印加工。分辨率高，速度慢。
- (2) 无线电传输——速度快，分辨率低。

### 3、侦察卫星的军事运用

(1) 解开1960年前后苏联“导弹优势”秘密的“功臣”

### 首次研制成功战略核武器和人造卫星的国家

国家	原子弹	氢弹	洲际导弹	人造地球卫星
美国	1945. 7. 16	1952. 11. 1	1957. 12. 12	1958. 2. 1
苏联	1949. 5. 25	1953. 8. 12	1957. 8. 21	1957. 10. 4

### 4、侦察卫星的分类和用途

名 称	用 途	常 用 轨 道
照相侦察卫星	装有照相（光电遥感）设备，摄取地球表面图像。	近圆形低轨道
电子侦察卫星	使用电子侦察设备，侦收敌雷达、通信等电子设备的电磁辐射信号，获取军事情报。	近极地低轨道 同步、准同步轨道
导弹预警卫星	侦察敌方导弹发射，对敌导弹突然袭击进行早期预警。	静止轨道
海洋监视卫星	探测、跟踪、定位、识别海面舰只；探测水下潜艇的活动；侦收敌舰艇发出的电磁信号。	高轨道

(二) **通信卫星** ——用作无线电通信中继站的人造卫星。

#### 1、卫星通信的优越性：

- (1) 通信距离远；
- (2) 生存能力强；
- (3) 传输质量高；
- (4) 机动性能好；
- (5) 通信容量大。微波  $1\text{m} \sim 1\text{mm}$ ，频率  $300\text{ 兆} \sim 300\text{ 千兆}$ 。
- (6) 成本低，效益高。

(三) **导航卫星** ——为地面、海洋、空中和空间用户提供导航、定位服务的人造卫星。

美国导航卫星——“导航星全球定位系统”(GPS)。

俄罗斯导航卫星——“全球导航卫星系统”(GLONASS)。

欧洲导航卫星——“伽利略”导航系统(EGNOS)。

我国导航卫星——“北斗导航系统”(BD<sub>1</sub> 和 BD<sub>2</sub>)。

我国“北斗-2”导航卫星系统(含 5 颗静止轨道卫星和 30 颗中圆轨道卫星)约于 2020 年建成。

#### (四) **气象卫星**

——从外层空间对地球及其大气层进行气象观测的人造卫星。

我国“风云号”气象卫星：

“风云一号”系列——极地轨道；

“风云二号”系列——静止轨道。

1999 年 5 月 10 日发射的“风云一号”C 星，2000 年 9 月被世界气象卫星组织正式列入世界业务卫星序列。

#### (五) **测地卫星**

——测定地球的形状和大小、地球重力场的分布、军事目标地理位置的人造卫星。

#### (六) **拦截卫星(反卫星卫星)**

——用于打击、破坏敌人航天器或使其失效的人造卫星。

已有的反卫星武器：以星炸星(苏)；以弹击星(美)；以能克星(激光)。

拦截卫星可分为四类：自毁式卫星；攻击性卫星；俘获式卫星；功能瘫痪性卫星。

## 二、宇宙飞船

——活动于外层空间并可返回地面的一种运载工具。

## 1、苏、美、中首次成功发射载人宇宙飞船情况

国 家	苏 联	美 国	中 国
时 间	1961. 4. 12	1962. 2. 20	2003. 10. 15
宇 航 员	加 加 林	格 林	杨 利 伟
飞 船 型 号	“东 方”号	“水 星”6号	“神 舟”5号
太 空 遨 游 时 间	108' (1圈)	4:55' (3圈)	21:23' (14圈)
不 载 人 飞 船 试 验 次 数	7 (含失败2次)	17 (含失败4次)	4 (全部成功)

## 三、航天站（空间站、轨道站、太空站）

——可供多名航天员巡访、长期工作和居住的永久性航天器。

### 1、苏、美成功发射的第一个航天站

国家	发 射 时 间	航 天 站 名 称	重 量 (t)
苏	1971.4.19	“礼炮-1”号	17.5
美	1973.5.14	“天空实验室”	82

### 2、“和平”号空间站（苏）

由核心舱、“量子”1号物理舱、“量子”2号技术舱、“自然”号环境研究舱、“光谱”号遥感舱、“晶体”舱等组成。

“和平”号空间站取得的重要成就：

- (1) 设计寿命 7 年，实际寿命 15 年；
- (2) 共有 12 个国家、135 名宇航员在其上工作、生活；
- (3) 太空行走 78 次，接待飞船 93 艘次；
- (4) 创造了宇航员在太空时间最长的记录：俄宇航员波利亚科夫持续飞行 437 天 18 小时；俄宇航员阿夫杰耶夫三次升空，累计飞行 747 天 14 小时。
- (5) 接待了 28 个长期考察组和 16 个短期考察组，进行了 2.2 万次科学试验，发明了 600 多项具有实用价值的新工艺。

## 我 国 的 航 天 事 业（简介）

### (一) 在世界上处于领先地位的航天技术：

- 1、卫星回收技术（三）；
- 2、高能低温燃料火箭技术（三）；
- 3、一箭多星技术（四）；
- 4、静止卫星发射技术（五）；
- 5、卫星测控技术（四）；
- 6、载人航天技术（三）。

### (二) 已建成七大卫星系列（至 2010 年 4 月，已先后自主研制并发射了 98 颗卫星、七艘飞船和 1 个月球探测器）：

- 1、返回式遥感卫星系列；
- 2、“东方红”通信广播卫星系列；
- 3、“风云”气象卫星系列；
- 4、“资源”地球资源卫星系列；

- 5、“实践”科学探测和技术试验卫星系列；
  - 6、“北斗”导航定位卫星系列；
  - 7、海洋卫星系列； 8、其它（如小卫星）。
- 至 2010 年 4 月，还发射了 36 颗商业卫星。

### （三）我国近期航天发展规划

- （1）“九二一”工程（即“载人航天规划”。1992.9.21 启动，分三步走）：
  - 1) 2003 年前，实现载人航天；
  - 2) 2015 年前，实现出舱活动（2008 年“神舟”7 号已实现）、交会对接（2011.9.29 发射“天宫一号”目标飞行器。同年 11.1 发射“神舟”8 号，成功实施无人交会对接。2012.6.16 发射“神舟”9 号，成功实施无人、有人交会对接。2013 年 6-8 月将发射“神舟”10 号，再次实施上述交会对接）。同时，解决补加、再生式生命保障系统等技术难题。2016 年前建成短期有人照料的空间实验室。
- （2）“嫦娥”工程（即“探月工程”。2003.3 启动，分三步走）：
  - 1) “探月一期工程”（“绕”）——2007 年 10 月 24 日成功发射月球探测卫星“嫦娥一号”，圆满完成预定任务。
    - A、获取全月球表面三维立体影像；
    - B、探测月球表面 14 种有用元素的含量和分布特点；
    - C、探测月壤的厚度和氦-3 的分布与资源量；
    - D、探测月-地空间环境等。
  - 2) “探月二期工程”（“落”）——2010-2013 年发射月球软着陆器和月球车，实现软着陆（先导星“嫦娥二号”已圆满并超额完成任务。“嫦娥三号”将于 2013 年下半年发射，实施软着陆）。
  - 3) “探月三期工程”（“回”）——2017-2020 年，发射月球软着陆器，且实现小型采样返回舱从月球取样（约 2 公斤）后返回地球。

## 3 电子对抗技术

### 第一部分 电子对抗概述

- 一、什么叫电子对抗
- 二、电子对抗在现代战争中的作用
- 三、电子对抗在现代战争中的地位

### 第二部分 电子对抗的基本手段

- 一、电子侦察与反侦察
- 二、电子干扰与反干扰
- 三、电子摧毁与反摧毁

### 第一部分 电子对抗概述

#### 一、什么叫电子对抗

- （一）电子对抗（电子战、电子斗争）的定义
  - 敌对双方利用电子设备或器材进行的电磁斗争。
- （二）电子对抗的目的
  - 削弱或破坏敌方电子设备的效能，造成敌方通信中断、雷达迷茫、制导兵器失控、指挥失灵等，同时保障己方电子设备充分发挥效能。

### (三) 电子对抗的范围

——通信、雷达、红外、光电、水声、激光、C<sup>4</sup>ISR( **Control**、**Command**、**Communication**、**Computer**、**Intelligence**、**Surveillance**、**Reconnaissance** ) 对抗等。

## 二、电子对抗在现代战争中的作用

- (一) 获取重要军事、政治情报；
- (二) 干扰、破坏敌方作战指挥；
- (三) 隐蔽己方的作战意图和行动；
- (四) 掩护突防和攻击；
- (五) 保卫重要目标。如：

在科索沃战争中，塞方采取有效对抗措施，损失大大减少：

- (六) 保障己方电子设备充分发挥效能。

## 第二部分 电子对抗的基本手段

### 一、电子侦察与反侦察

电子侦察——利用电子装备获取敌方的电子情报。

反电子侦察——采取措施，防止敌方获取己方的电子情报。

#### (一) 无线电通信侦察

##### 1、基本内容：

###### (1) 侦收和识别

识别—记录、分析侦收到的敌方无线电信号或对其密码进行破译。

###### (2) 测向（有听觉、视觉测向，固定、移动测向）和定位

##### 2、侦收敌方无线电信号的条件：

###### (1) 接收机频率范围要包含敌方的通信频率；

###### (2) 接收机的解调方式要与敌方通信信号的调制方式相对应（如模拟信号：调相、调频、调幅等）；

###### (3) 接收机天线要处在敌方电波传播的范围。

##### 3、无线电通信侦察的基本任务

#### (二) 无线电通信反侦察

——阻止敌方侦收和破译。

##### 1、技术措施：

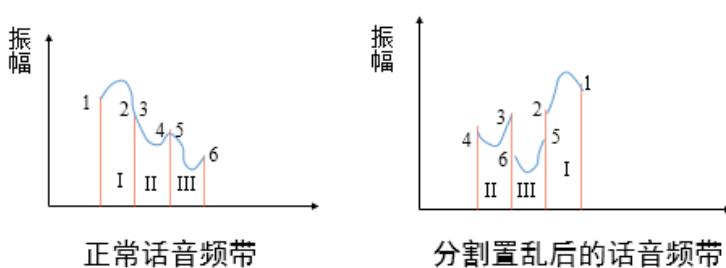
###### (1) 研制使用新的通信频段。

###### (2) 使用难以侦收的通信体制，如微波、激光通信等。

###### (3) 使用猝发通信等快速通信技术。

###### (4) 采用保密通信。如：

###### 1) 模拟通信，采用“置乱处理”的办法保密。



###### 2) 数字通信，对数字信号加密：

发送端 信码+密码=密信码  
 接受端 密信码+密码=信码  
 最低密钥量：战术保密级—— $10^6$   
 战略保密级—— $10^{30}$

(5) 使用定向天线，控制发射功率。

(6) 使用跳频通信。

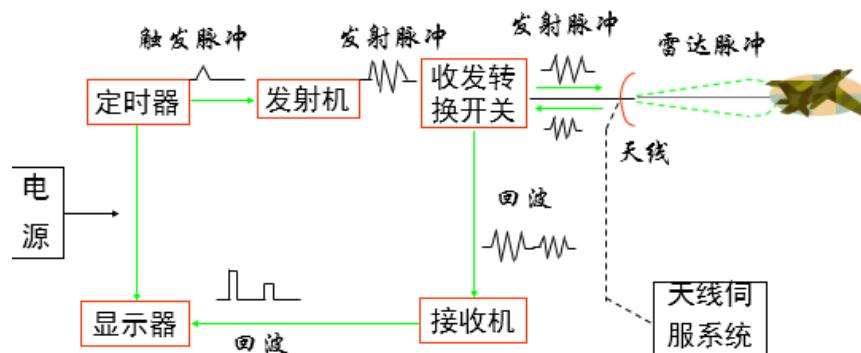
## 2、组织措施：

- (1) 制定严格的保密措施；
- (2) 控制无线电台发信；
- (3) 进行无线电台伪装。如变换呼号频率、改变联络时间等。
- (4) 实施无线电台的佯动和欺骗等。
- (5) 其它。如方言。

## (三) 雷达侦察

雷达是 Radar(Radio Detection and Ranging)的译音。

### 1、雷达的组成和工作原理 (P209)



脉冲雷达的组成

### 2、雷达的类型和应用

#### (1) 警戒和引导雷达

- 对空情报雷达——对空警戒雷达、引导雷达、目标指示雷达等；
- 对海警戒雷达；
- 机载预警雷达；
- 超视距雷达；
- 弹道导弹预警雷达等。

#### (2) 武器控制雷达

- 炮瞄雷达；
- (3) 侦察雷达

导弹制导雷达；

鱼雷攻击雷达；  
机载截击雷达；  
机载轰炸雷达；  
末制导雷达；  
弹道导弹跟踪雷达等。

#### (4) 航行保障雷达

- 航行雷达；
- 航海雷达；
- 地形跟随与地物回避雷达；
- 着陆（舰）雷达。

### 3、雷达侦察机

——只能接收对方雷达发射的电磁波。

侦收敌雷达信号的条件：

- 1) 方位对准（“波束”重合）；
- 2) 频率对准；
- 3) 必要的接收灵敏度。

### 4、雷达侦察的基本任务

- (1) 发现敌方带雷达的目标；
- (2) 测定敌方雷达参数，确定敌雷达和目标的性质；
- (3) 引导干扰机，对敌方雷达实施干扰；
- (4) 引导杀伤武器，摧毁敌方雷达。

### (四) 雷达反侦察

——己方雷达为防止敌方雷达侦察而采取的措施。

主要措施：

#### 1、控制使用雷达

如缩短工作时间、控制备用频率和隐蔽雷达的使用等。

#### 2、欺骗

如转移阵地、设置假雷达、发射假雷达信号等。

### (五) 电子侦察的主要手段：

- 1、地面电子侦察站； 2、电子侦察卫星；
- 3、电子侦察飞机； 4、电子侦察船；
- 5、投掷式电子侦察设备； 6、无人侦察机；
- 7、飞艇等。

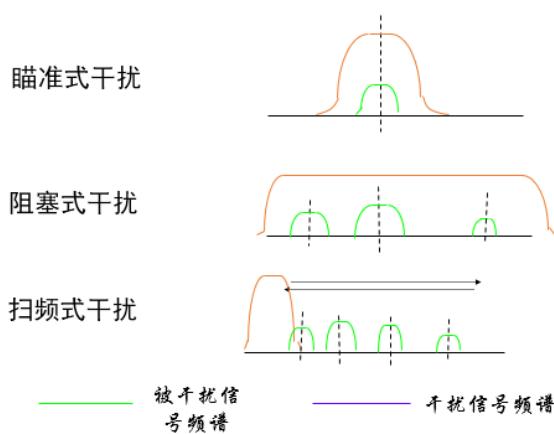
## 二、电子干扰与反干扰

电子干扰——使用干扰机发射或用干扰器材反射电磁波，干扰和欺骗敌方电子设备，使其不能正常工作。

反电子干扰——采取措施，把接收到的干扰消除或降低到能够允许的程度，保障己方电子设备正常工作。

### (一) 无线电通信干扰

- |           |       |           |
|-----------|-------|-----------|
| 1、技术要求：   | 2、分类： | 瞄准式干扰     |
| (1) 频率对准； | 压制性干扰 | 阻塞式干扰     |
| (2) 功率超过； | 扫频式干扰 |           |
| (3) 样式合适。 | 欺骗性干扰 | (如冒充、伪装等) |



## (二) 无线电通信反干扰

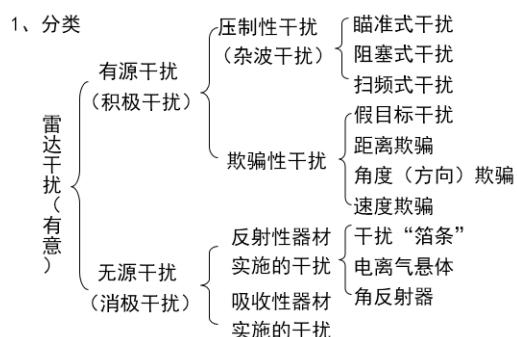
### 1、技术措施:

- (1) 采用抗干扰能力强的通信方式。如跳频通信等。
- (2) 增大发射功率，缩短通信距离。
- (3) 采用强方向性天线，合理利用地形。
- (4) 避免信号标准化。
- (5) 干扰敌干扰机工作等。

### 2、组织措施:

- (1) 灵活、连续地改变电台工作频率；
- (2) 建立隐蔽无线电网；
- (3) 实施无线电转信，以假护真；
- (4) 对人员加强反干扰训练等。

## (三) 雷达干扰——是指扰乱或欺骗敌方雷达系统，使其效能降低或完全失效的电子干扰。



### 2、有源干扰（积极干扰）

——使用干扰发射机作为干扰源，发射或转发某种电磁波对敌方雷达造成的干扰。

#### (1) 压制性干扰

——干扰机发射大功率干扰信号，压制敌雷达的目标回波，使之淹没在干扰信号之中。

#### (2) 欺骗性干扰

——使用干扰机发射欺骗性干扰信号对敌雷达造成的干扰。

#### 1) 距离欺骗

#### 2) 角度（方向）欺骗

### 3、无源干扰（消极干扰）

——利用干扰器材反射或衰减敌方雷达发射的电磁波造成对己方雷达的干扰。

#### (1) 使用反射性器材实施的干扰

##### 1) 干扰箔条

形成干扰能力的条件：

一定的投放密度；

一定的长度——箔条的长度等于被干扰雷达波长的 1/2。

##### 2) 电离气悬体

——在空中喷撒易燃烧电离的金属粉末，形成局部空间的等离子云。

##### 3) 角反射器（体）

——由互相垂直相交的三个金属导体平面（如板、网等）制成。

各种角反射器的外型

A、菱形      b、圆弧型      c、矩形      d、龙伯透射反射器

#### (2) 使用吸收性器材实施的干扰

##### 1) 反雷达覆盖层（反雷达涂层）

##### (3) 等离子体技术

——利用等离子体发生器、发生片，在飞机表面形成一层等离子云。控制等离子体的能量、电离度、振荡频率等参数，使照射到等离子体上的雷达波 1) 一部分被吸收，一部分改变传播方向，反射到雷达接收机的能量很少；2) 改变了反射波的特征，使敌雷达测出错误的目标位置、速度。

#### (四) 雷达反干扰

——削弱或消除敌方对己方雷达的干扰，使己方雷达发挥正常效能。

##### 1、技术措施：

同无线电通信反干扰；采用动目标显示雷达。

##### 2、组织措施：同无线电通信反干扰。

## 三、电子摧毁与反摧毁

### (一) 摧毁

——在电子侦察的基础上，用火力或其它手段摧毁敌方的电子对抗装备。

#### 1、常用摧毁手段：

##### (1) 空中或地面火力；

##### (2) 武装小分队（或直升机）偷袭；

#### 2、特殊摧毁手段：

##### 反辐射摧毁

——利用敌方电磁辐射信号引导反辐射武器摧毁敌电磁辐射源的行动。

##### (1) 反雷达飞机；                            (2) 反辐射无人机；

##### (3) 电磁脉冲弹（导弹、炸弹、炮弹）；

##### (4) 反辐射导弹

——利用敌电磁辐射信号自动导引的导弹。

美国的反辐射导弹：“百舌鸟”（第一代）、“标准”（第二代）、“哈姆”（第三代）。

### (二) 反摧毁

——采取措施保证己方电子设备不被敌方摧毁。

主要措施：

- 1、采取各种反电子侦察措施，防敌电子侦察；
- 2、实施强大的电子干扰，破坏敌方电子设备正常工作；
- 3、修筑坚固阵地，分散配置人员和器材，增强抗毁性；
- 4、使用各种武器加强防护，严防偷袭，提高防御能力；
- 5、装备小型化，采用移动式电子设备等。

## 4 激光技术

- 一、激光技术的发展概况
- 二、激光基础知识
- 三、激光技术在军事上的运用
  - (一) 激光测距
  - (二) 激光雷达
  - (三) 激光通讯
  - (四) 激光制导
  - (五) 激光武器
  - (六) 激光侦察

### 一、激光技术的发展概况

#### (一) 第一台激光器的诞生

1960年7月，美国科学家梅曼发明了世界上第一台激光器——红宝石激光器。

激光的英文原意：“Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation”，缩写为“Laser”。

- 1、苏联起步较早，但隐而不露；
- 2、美国三军竞相研究。

#### (三) 民用激光技术简介

- 1、金属加工
- 2、染色体切割
- 3、超微量分析
- 4、制取同位素

采矿方法	生产1kg3%的U235耗电(度)	投资1	生产1克分子U235(元)	提纯率(%)
扩散法	900	1	2000(约)	60-70
激光法	50	3%	数十元	近100

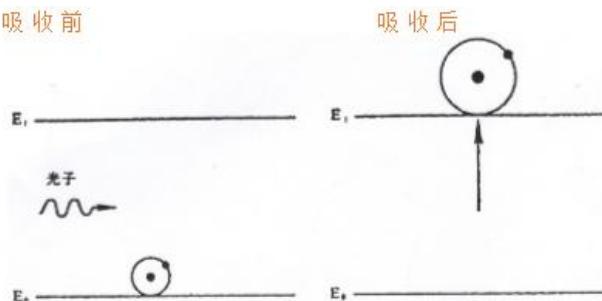
- 5、进行微观动态观察等

### 二、激光基础知识

#### (一) 物质为什么会发光？

##### 1、自发辐射发光

受激吸收过程： $E_0 + h\nu = E_1$  ( $h$  为普朗克常数)



无外界作用，各个原子独立完成，互不联系，自发辐射光步调极不统一： $E_1 - h\nu = E_0$

自发辐射光的特点：

光的方向、波长不一。

## 2. 受激辐射发光

受激吸收过程： $E_0 + h\nu = E_1$

在外来光子“刺激”下，受激辐射： $E_1 - h\nu = E_0$

受激辐射光的特点：

一是光被放大；

二是光的波长、相位、传播方向完全一致。

### (二) 激光产生的条件

1、足够强的激励源，使激光物质实现并维持粒子数反转状态。

在强有力的激励源激励下，形成粒子数反转。

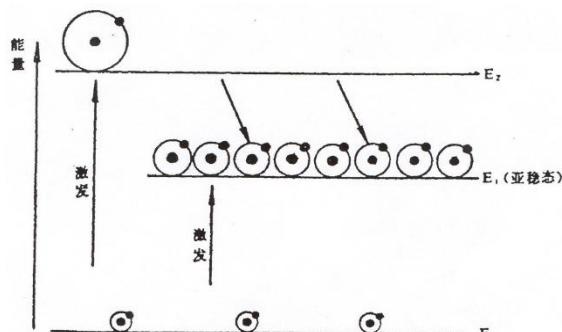
激励源有：光源（泵）、电源、热源、化学能源等。

2、特殊的发光物质—激光（工作）物质

3、光学谐振腔

(1) 使受激辐射光放大的过程持续地进行；

(2) 控制激光输出的方向和波长。



### (三) 激光器的基本组成：

激光物质、激励源、光学谐振腔。

### (四) 激光的形成过程

稳定输出的条件：

光的放大量=输出量+衰减量

### (六) 激光的特点

1、方向性好

激光的发散角很小。经聚焦，基本上是一束平行光。

2、亮度高

光源	功率 (瓦)	发射角 (弧度)	发光面积 (cm <sup>2</sup> )	亮度 (瓦/cm <sup>2</sup> ·立体角)
太阳	$4 \times 10^{26}$	$4\pi$ 立体角	$2.5 \times 10^{23}$	130
汞弧	$1 \times 10^4$	$4\pi$ 立体角	1	$10^3$
氦氖激光	$1 \times 10^{-2}$	$3 \times 10^{-4}$ 弧度	1	$10^6$
红宝石激光	10	$5 \times 10^{-3}$ 弧度	1	$4 \times 10^{11}$

原因:  $B = P/\Delta S \cdot \Delta \omega = W/\Delta \omega \cdot \Delta S \cdot \Delta t$  (时间、空间的高度集中)

3、单色性好——光波波长(或频率)的高度一致

### (五) 激光器的种类

1、按运转方式分类，有脉冲激光器、连续激光器等。

2、按工作物质分类，见下表：

激光器	工 作 物 质
固体	红宝石、钕玻璃、掺钕钇铝石榴石(Nd:YAG)
气体	氦氖(HeNe)、氩离子(Ar <sup>+</sup> )、CO <sub>2</sub>
液体	有机染料、无机溶液。(InSb) (PbSnTe)
半导体	砷化镓(GaAs)、锑化铟、碲镉铅、硫化镉
化学	氟化氢(HF)、氟化氘(DF)。(CdS)

3、按激励方式分类，有光泵激励、电激励、热激励、化学反应激励、核激励激光器等。

4、相干性好

激光完全满足波的相干条件，在方向、频率、相位等方面完全一致，因此，同一光源的

5、传播速度快

激光以光速传播。

6、在雨、雪、雾、风沙等天气中传输，激光衰减严重。

## 三、激光技术在军事上的运用

### (一) 激光测距

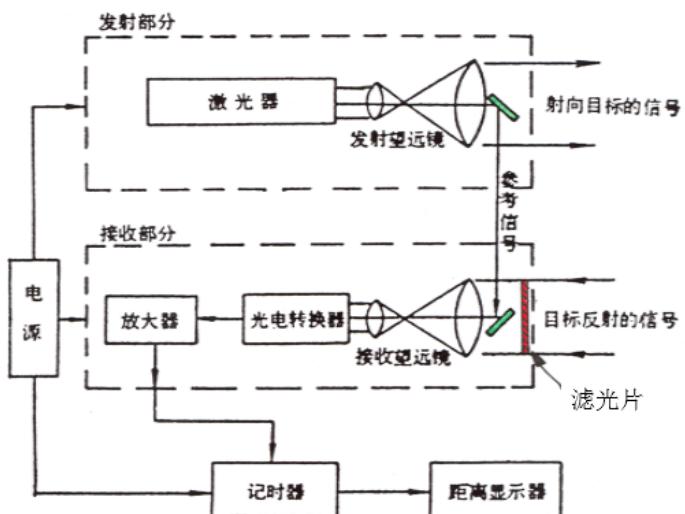
1、依据

——激光在传播过程中的三个特性：

- (1) 定向辐射和接收；
- (2) 遇到障碍物反射；
- (3) 以光速传播：  $L = 1/2 c \cdot t$ ;  $t = n/f$   
(式中，c-光速；n-脉冲个数；f-计数器脉冲重复频率)

2、激光测距机(仪)的组成

——发射部分、接收部分、计数显示器、电源。



### 3、激光测距的特点:

- (1) 测量速度快
- (2) 测量距离远
- (3) 测量精度高

脉冲激光测距精度与激光脉冲宽度和计数器重复频率有关。

- (4) 抗电子干扰能力强

### 4、激光测距机(仪)的运用

#### (二) 激光雷达

##### 1、激光测速原理(多普勒效应)

$$\Delta f = 2V_r/C \cdot f$$

式中, C-光速;  $\Delta f$ -多普勒频率; f-激光频率;  $V_r$ -径向分速度。

##### 2、激光雷达的优点:

- (1) 分辨率高, 图象清晰;
- (2) 可探测超低空飞行目标;
- (3) 具有较高的测速、测角精度;
- (4) 抗电子干扰能力强。

##### 3、激光雷达的军事运用

#### (三) 激光通讯

##### 1、大气激光通讯

## 1、大气激光通讯



- 特点：(1) 保密性好；  
(2) 设备简单轻便；  
(3) 受大气环境影响大。

## 2、空间激光通讯

### 3、水下激光通讯（对潜）

使用兰绿激光（4,600-5,300Å）对潜激光通讯，可穿透海水深度达千米。

此前，对潜通讯使用长波（波长 10—100km），它穿透海水深度仅 30m。

对潜激光通讯的优点：

- (1) 激光通讯传递信息的速度比长波通讯快几万到几十万倍。
- (2) 保密性好，不易受干扰。
- (3) 激光发射机位置极不明显，不易受攻击。

## 4、光纤通讯

### (1) 结构：

将石英石制成细丝作芯。芯的直径约 5-80μm，包层直径 80-200μm。芯的折射率略大于包层。

### (2) 优点：

- 1) 通讯容量大；
- 2) 抗干扰能力强，保密性好；
- 3) 重量轻，体积小；
- 4) 耐高温，抗腐蚀，电绝缘，不怕潮湿，不受大气影响；
- 5) 节省大量有色金属，成本低；
- 6) 信号传输损失小。

## (四) 激光制导

### 1、制导方式：

- (1) 波束制导
- (2) 半主动寻的制导

### 2、半主动式激光寻的制导装置的组成和原理：

(1) 激光照射器（安装在制导站内）

组成：激光器、惯性平台、测距机、红外前视仪等。

(2) 激光导引头（安装在武器头部）

组成：聚光镜、四象限探测器等。

3、半主动式激光寻的制导的制导过程

4、激光制导的特点：

(1) 制导精度高

(2) 抗干扰能力强

(五) **激光武器**

——直接利用激光辐射能量杀伤和破坏目标的武器。

1、激光武器的杀伤破坏效应：

(1) 烧蚀效应；(2) 激波效应；(3) 辐射效应。

2、激光武器的特点：

(1) 不需要计算射击诸元，如弹道、提前量等。

(2) 不产生后坐力；

(3) 无污染；

(4) 抗干扰能力强；

(5) 成本低，效费比高；

(6) 大气传输衰减严重；

(7) 瞄准跟踪问题突出；

(8) 大功率激光器庞大、笨重、能耗多。

3、激光武器的运用

(1) 低能激光武器（又称激光轻武器、单兵激光武器、战术激光武器）

1) 激光枪

2) 激光手枪

3) 激光致盲器

(2) 高能激光武器（又称强激光武器、激光热武器、“死光”武器、激光炮——简称“光炮”）

反战略导弹激光武器——攻击目标为战略导弹；

防空激光武器——攻击目标为飞机、巡航导弹；

反卫星激光武器——攻击目标为低轨道卫星。

(六) **激光侦察**

1、战略激光侦察

(1) 空间激光侦察

(2) 高空激光侦察

2、战术激光侦察

1) 激光夜视仪

2) 激光告警

3) 激光探测器

## 5 夜 视 技 术

### 一、概述：

(一) 什么叫夜视技术

- (二) 夜天光
  - (三) 红外线的特性
  - (四) 夜视器材的技术原理
  - (五) 夜视器材的用途和分类
- 二、主动式红外夜视仪
- 三、微光夜视仪
- 四、微光电视
- 五、热像仪

## 一、概述

夜视器材的产生及发展。

在海湾战争中，多国部队： 1) 夜间飞机空袭的架次占总架次的 70%; 2) 美、英各一个装甲师一个夜间分别歼灭了伊拉克一个坦克师； 3) 一个夜晚摧毁伊军 100-200 辆坦克，摧毁率比白天高 4 倍。

### (一) 什么叫夜视技术

#### 1、夜视技术

——在黑暗或低亮度条件下，能够扩展观察者的视力范围，实现隐蔽观察的技术。

——应用光电探测和成像器材，将人眼不可视目标转换（或增强）成可视影像的信息采集、处理和显示技术。

#### 2、夜视器材（夜视技术装备）

——用于战场夜间观察的各种军用装备。

### (二) 夜天光

夜天光（微光）是可见光。（波长为  $0.38\text{~}0.76\mu\text{m}$ ）

### (三) 红外线的特性

物体温度高于 $-273^{\circ}\text{C}$ （即  $0^{\circ}\text{K}$ ），都会不断辐射红外线。

1、红外辐射的波长和频率，取决于发射源的温度。

2、红外反射特性

3、红外线在大气中的传输特性

大气对红外线有很强的吸收作用，但对不同波长红外线的吸收程度很不相同，即大气对红外线有选择性。

### (四) 夜视器材的技术原理

夜天光（微光）	放大	总之，光—电—光。
红外光	转换成可见光	

### (五) 夜视器材的用途和分类

1、用途——火控系统的夜间瞄准、夜间驾驶、夜间侦察（监视）、导引头（微光电视、热像仪）、夜间照相等。

2、分类：

主动式——	主动式红外夜视仪
夜视器材-	微光夜视仪
被动式——	微光电视
	热像仪

## 二、主动式红外夜视仪

(一) 组成：(1) 红外探照灯；(2) 红外变像管（实现光-电-光转换）；(3) 红外光学系统；(4)

电源。

## (二) 工作原理

### (三) 特点和运用

1、受外界影响小。

其作用距离取决于

红外探照灯的功率。

2、可搜索发现敌人的主动式红外夜视器材。

探测距离是观测距离的三倍以上。

3、具有部分揭示伪装的能力。

4、造价较低。不需制冷，在常温下工作。

5、保密性差，易被敌方发现红外光源。

6、作用距离近（双程损耗）。

## 三、微光夜视仪

——将微弱的夜天光放大，实现夜间观察的仪器。

### (一) 级联式微光夜视仪（第一代微光夜视仪）

1、组成：(1) 微光光学系统；(2) 电源；(3) 像增强器（又称微光管，实现光-电-光转换）——镁钾钠铯光电阴极、纤维光学面板。

#### 2、特点和运用

优点：作用距离较远；成像质量良好；隐蔽性好。

缺点：微光管遇强光会损坏；结构尺寸较大。

### (二) 微通道板式微光夜视仪（第二代微光夜视仪）

1、组成：(1) 微光光学系统；(2) 装有微通道板的像增强器（实现光-电-光转换）；(3) 电源。

#### 2、工作原理

#### 3、优缺点（与第一代相比）：

优点——小而轻，有自动亮度控制功能。

缺点——作用距离较近，多在千米以下。

### (三) 以砷化镓为光电阴极的微光夜视仪（第三代微光夜视仪）

它感受光谱宽，除感受可见光，对近红外光( $0.76\text{-}3\mu\text{m}$ )也很敏感。

优点：

1、灵敏度高，作用距离成倍增加，图象更清晰；

2、一机两用。

缺点：

价格较昂贵。

### (四) 采用电荷耦合器件的微光夜视仪（第四代微光夜视仪）

1、电荷耦合器件(CCD—Charge Coupled Device)

2、优点：(1) 体积小，能耗少；

(2) 抗冲击，寿命长；

(3) 灵敏度高。

微光夜视仪的优缺点：

优点：隐蔽性好、体积小、重量轻、耗能少（数量最多、应用最广）。

缺点：1、作用距离和观察效果受天气、环境影响较大（有烟雾、无夜天光不能工作，易受欺骗和强光干扰）；2、均为直视式，只能供单人观察。

## 四、微光电视

微光电视是微光夜视技术和电视技术相结合的成果。

分为闭路微光电视和开路微光电视。

优点：1、实现了远距离传输；

2、可多人多点同时观察。

缺点：受天气、环境影响较大；耗电多。

运用：地基、机载、炮射微光电视，常规武器的火控系统，精确制导武器的导引头等。

## 五、热像仪

——摄取目标和背景的热辐射“图象”的装备。它把被摄景物各部分的温度差反映成图像，能在全黑的条件下发现目标，是真正的夜视。

(一) 组成：1、红外光学系统；2、红外探测器（半导体材料，实现光-电转换）；3、电子线路；4、显示器（发光二级管，实现电-光转换）；5、电源。

### (二) 工作原理

热像仪显示的是热图象，与可见光图象有本质的不同。

### (三) 优缺点

#### 1、优点：

(1) “全被动”观察，隐蔽性好。

(2) “全天候”观察。

(3) 作用距离远，分辨率高：

地面观察——1 km以上的人、2 km以上的车；

水面观察——10 km以上；

空地观察——20 km高度发现地面上的人群和车辆。

(4) 能揭示伪装，获取目标状态信息。

#### 2、缺点：

(1) 如目标和背景温差小，造成图象模糊、分辨率低；

(2) 光学扫描机构复杂，成本高。

### (四) 用途广泛：

陆军：步兵观察、瞄准、警戒，各种驾驶等。

海军：舰艇探测、识别、瞄准等。

空军：飞机着陆、营救、空中搜索等。

地面部队使用的热像仪（常用于反坦克导弹的精确制导）；

红外前视仪（装在飞机或坦克的前部，提供实时的导航和目标情报）； 红外扫描仪（装在卫星或飞机上，进行大范围的红外侦察）；红外成像导引头（导弹的精确制导）。