

学校的理想装备

电子图书·学校专集

校园网上的最佳资源

## 兵器知识库 (二)



## 兵器知识库(二)

## 潜艇是怎样分类的？

按动力推进方式，可分为核动力潜艇和常规动力潜艇。核动力潜艇在艇上设有堆舱，舱内有核反应堆、热交换器等，同时还设有主机舱，内有带传动装置的蒸汽轮机等。由原子核裂变产生的热能，经热交换器和蒸汽轮机转换为动能，带动螺旋桨推动潜艇航行。常规动力潜艇一般采用柴油机、电动机推进。在水下潜航时用蓄电池和电动机推进，在水面或通气管状态航行时，用柴油机推进，同时带动发电机给蓄电池充电。

按任务和武器装备情况，可分为弹道导弹核潜艇、攻击型核潜艇和常规潜艇。弹道导弹核潜艇是以远程弹道导弹为主要攻击武器，并配有鱼雷等自卫武器的一种战略潜艇，主要装备国是美、苏、英、法。攻击型核潜艇是以鱼雷、导弹为主要攻击武器的潜艇，它包括装巡航导弹、各种飞航导弹的核潜艇。其主要任务是实施战役战术攻击和作战。常规潜艇和攻击型核潜艇作战任务等基本相同，主要区别有两点：一是动力不同，二是以执行战术任务为主。此外，还有雷达哨潜艇、布雷潜艇、侦察潜艇、运输潜艇等辅助潜艇。

## 美国海军“洛杉矶”级攻击型核潜艇

## 世界上第一艘潜艇是什么时候发明的？

古人对水下航行坚信不移，曾制造过多种潜水器进行水下探索，但真正将这种潜水器用于军事目的还是 17 世纪初的事。

世界上第一艘潜艇是荷兰发明家科尼利斯·德雷贝尔于 1620 ~ 1624 年间制成并进行试验的。这种潜艇是用木料制成，外面蒙了一层涂油的牛皮潜水船，船上装载 12 名水手，船内装有羊皮囊充当水柜。下潜时，羊皮囊内灌满水；上浮时，就把羊皮囊内的水挤出去；航行时，就用人力划动木桨而行。

## 潜艇什么时候开始执行作战任务？

潜艇第一次执行攻击任务是在 1776 年的美国南北战争时期，当时美国的戴维·布什内尔发明了一种“海龟”号潜艇。“海龟”号潜艇形似鹅蛋，尖头朝下，艇内仅容一人，艇底设有水柜和水泵，另装有手摇螺旋桨，艇外还挂有炸药桶。战争中，美军命令一陆军中士驾艇偷袭停泊于纽约港的英国军舰“鹰”号。这位中士向艇底水柜内注水后便潜入水下通过手摇螺旋桨以 3 节速度驱艇前进。当驶至“鹰”号舰底部时，便用木钻在其船底钻孔，准备吸附炸药桶。谁知该舰底部全以铜皮包封，钻不透。“海龟”号艇内空气只能维持 30 分钟，这位中士只好仓惶逃走。行驶不远便浮出水面，不巧被英军巡逻艇发现，“海龟”艇便乘机点燃挂于艇外的炸药桶，方得以脱身并安全返航。

## 第一个研究潜艇蒸汽机的是什么人？

第一个研究潜艇用蒸汽机推进装置的是美国人罗伯特·福尔敦。

1794 年他旅居英国，3 年后移居法国，开始研制潜艇，并于 1800 年制造

了一艘“鸚鵡螺”号潜艇。该艇为铜壳铁架，水上航行时用折叠式桅杆和船帆，水下航行时靠螺旋桨推进，压载水柜可使潜艇下潜，水平舱能保持潜航深度，艇内空气可供4个人和根蜡烛在水下呼吸和燃烧3个小时。“鸚鵡螺”号由于执行战斗任务不利，被法国驱出境外。之后，福尔敦又重返伦敦，并继续试验他的“鸚鵡螺”号潜艇。保守的英国海军将领拒绝发展这种新型武器，于是福尔敦只好展转回到老家美国。在那里，他研制成功采用蒸汽机推进、能装100人的“沉默”号大型潜艇。然而，这艘“沉默”号随着福尔敦的去世也永久地沉默于锚地，最后腐蚀而沉没。

### 潜艇攻击成功的第一个战例发生在何时？

世界上第一次用潜艇击伤击沉水面舰艇是1861~1865年美国南北战争时期。当时，南军造了一种“大卫”号蒸汽机驱动的半潜式铁甲舰，艇首设一长杆，杆端捆有炸药，以此来炸毁敌舰。1863年10月5日，“大卫”艇向北军的“克伦威尔”号铁甲舰出击，将该舰炸伤。次年，又建造了一艘可潜入水下、由8名艇员摇桨航行的“享雷”号潜艇，它长约40英尺，航速4节，主要武器是鱼雷。攻击时，潜艇潜入敌舰下面，装有90磅炸药的鱼雷拖在艇后200英尺处，靠触及目标来摧毁之。

1864年2月17日傍晚，“享雷”号潜艇用鱼雷击沉了北军的轻巡洋舰“休斯敦”号，自己因被吸入被炸的巡洋舰中也沉于海底。

### 早期的潜艇采用什么机器动力？

早期的潜艇只是用人力驱动的一种潜水器，严格说还不能算是真正的潜艇，因为水下续航力、航速和攻击力还相当小。

世界上真正把机器动力用于潜艇并进行水下航行还是1880年以后的事。当时，英国人利用蒸汽锅炉燃烧后残存的蒸气可将潜艇驱动航行几海里。后来瑞典人发明了一种双螺旋桨驱动的蒸汽动力潜艇，它可在水下50英尺潜航，并第一次在艇上安装了鱼雷发射管。1864年，法国人建造了一艘长146英尺的“拉布朗格”号潜艇，它第一次使用80马力的空气压缩机驱动。

1866年，英国人建造成功世界上第一艘电动机驱动的“鸚鵡螺”号潜艇，它采用由100节蓄电池为动力的2台50马力电动机驱动，水面航速6节，航程80海里。这种电动潜艇一直沿用到现在。

由于动力装置的发展和科学技术的进步，19世纪末期潜艇发展攻克了许多难关，有些技术一直沿用下来。

1899年法国建造了世界上第一艘双壳体潜艇“一角鲸”号，它长111.5英尺，水面航行采用蒸汽动力，水下航行采用电力，水柜设于内外壳体之间，水下续航力可达48小时。法国还于1905年建成世界上第一艘柴油动力潜艇“白鹭”号。除潜艇动力外，当时在潜艇的潜浮技术和武器配置方面也有长足进展。1897年5月17日，美国建成第一艘战斗潜艇“霍兰”号，美国海军于1900年10月12日将其编入现役，并编入序号SS-1型潜艇。“霍兰”号水面航行用汽油机推进，水下航行用电动机推进，艇首装有一个鱼雷发射管，备有3枚鱼雷。另外，还装有两门炮，一门朝前，一门朝后。“霍兰”号载有9名艇员，并改装过不同类型的推进器、升降舵和其它设备。

到 1914 年第一次世界大战之前，仅美国发明家约翰·霍兰设计和建造的潜艇就有 40 多艘，先后售于俄、日、英等国。当时，这些潜艇的最大水上排水量为 300~392 吨，最大艇长为 160 英尺，最大航速水面为 14 节，水下为 11 节，鱼雷发射管最多为 4 管，艇员最多为 28 人，潜深最大为 200 米。

### 潜艇内的氧气是从哪里来的？

氧气是人赖以生存的基本条件，没有氧气，人就会窒息而死。生活在大气中的人们，谁也不会为没有足够的氧气而发愁。然而，在水下数百米长期潜航的潜艇艇员却视氧气为生命，因潜艇上要是没有足够的氧气，人员就无法生存，自然也就不可能有什么战斗力了。我们知道，潜艇是一种被耐压壳体和非耐压壳体密闭的水下舰艇，它在水下潜航时是怎样获得足够的氧气的呢？潜艇艇员呼吸的氧气主要来自四个方面：通气管装置、空调装置、空气再生装置和空气净化装置。

通气管装置是一种可以升降的管子，在近海海域或夜间航行时，潜艇有时上浮至潜望镜深度，在距水面几米或十几米深的地方伸出潜望镜观察水面及空中敌情，如条件允许，可将通气管升出水面，空气经管子进入潜艇舱室，舱内污浊空气可通过设在指挥台围壳后部的排气管装置用抽风机排出，使艇内空气对流，可以保持新鲜空气。潜望镜深度在战术术语中称作危险深度，为了隐蔽起见，潜艇一般都不敢使用这种工作状态，因为它极易被敌反潜兵力发现，在近海还容易撞击或搅乱渔网等。

空调装置主要是保持艇内的温度、湿度等，使艇员有一个舒适的生活环境和工作条件，同时保证电子设备的正常工作，它本身并不能产生氧气。

空气再生装置是一种可以生成氧气的装置，它由再生风机、制氧装置、二氧化碳吸收装置等组成。工作时，风机将舱内污浊的空气经风管抽至二氧化碳吸收装置，消除二氧化碳，再在处理过的空气中加进由制氧装置产生的氧气，然后经风管送到各舱室供艇员呼吸，如此循环，以达空气再生的目的。这种空气再生装置通常还可用电解水来制氧，它分解出的氧气可供 70~100 人呼吸数小时，但由于耗电过多，不适于常规潜艇。此外，还有一些预储氧气的方法，如再生药板、氧气瓶、液态氧和氧烛等。再生药板是一种由各种化学物质及填料制成的多孔板，空气流过时，就能产生化学反应，生成氧气。一般潜艇上带的再生药板，可使用 500~1500 小时。氧气瓶是将氧气储存起来的一种高压容器，使用时打开阀门即可放气，主要供潜水钟、深潜器等使用。液态氧也是一种与氧气瓶类似的高压容器，它可供 100 名艇员使用 90 天。氧烛是一种由化学材料等制成的烛状可燃物，点燃后即可造氧。一根 1 尺长、直径 3 寸的氧烛所放出的氧气，可供 40 人呼吸 1 小时。

空气净化装置是将艇内空气中的有害气体和杂质控制在允许标准值以下的一种处理装置，常用的有以下四种：一是消氢燃烧装置，它主要是用电加热器将流过的空气加温，然后在催化燃烧床的催化作用下使氢、氧发生化学反应而生成水蒸气，氢就被燃烧掉了。二是有害气体燃烧装置，其工作方式与第一种基本相同，只不过它所燃烧掉的是有害气体。三是二氧化碳净化装置，它通过一种特殊药液来吸收二氧化碳。四是活性炭过滤器，它是用活性炭作滤料，是由特制的炭组成的多孔性吸附剂来吸收各种有害气体，从而达到净化空气的目的。

## 日本海军“夕潮”级常规潜艇

### 潜艇能撞破冰层吗？

厚厚的冰层可以阻碍反潜水面舰艇的航行和反潜飞机的探测，这对航行于北极冰下的潜艇来说无疑是件大好事。但弹道导弹核潜艇在发射导弹攻击预定目标时，往往需要先撞破冰层再进行水下发射，因为导弹本身不具备撞碎冰层的能力。

怎样才能撞破冰层呢？美国 1959 年 3 月，首先利用“鳐鱼”号攻击型核潜艇在北极冰下潜航 12 昼夜，曾先后 10 次用指挥台围壳撞碎 0.2~0.3 米厚的薄冰而浮出水面。

1960 年 1 月，美国又派出一艘攻击型核潜艇进行冰下航行，历时 31 个昼夜，航程 8000 余海里，先后两次用指挥台围壳撞穿厚达 0.9 米的冰层。

80 年代以来，美国新型攻击型核潜艇“洛杉矶”级对指挥台围壳和上层建筑进行了加固，使之能撞穿厚达 1~2 米的冰层。潜艇上一般装有水下电视、照明灯和回声测冰仪等设备，用以探测薄冰区，然后再进行撞击，使潜艇浮出水面。

### 潜艇能携带飞机吗？

本世纪初，当飞机刚刚问世后，人们就开始试验用舰艇携带飞机，从而发展成航空母舰。航空母舰虽能够携带大量飞机，但易遭敌袭击，且需大批舰艇护航。潜艇隐蔽性好，能不能用它来携带飞机，上浮时把飞机弹射升空，潜入水下时进行隐蔽机动，进而出其不意地对敌发动突袭呢？

#### 破冰而出的美国“鳐鱼”级攻击型核潜艇 SSN-674

早在 1925 年，法国人就在“絮库夫”号潜艇上装设了一个水上飞机机库，用于试验。美国海军于 1922~1924 年购买了 14 架小型飞机，计划由潜艇携带。首先进行这项试验的是 S-1 号潜艇，在其指挥台围壳后安装了一个钢质圆筒，内装一架水上飞机。1923 年 10 月~11 月间，该艇曾携带 Ms-1 型水上飞机进行试验，在狭窄的潜艇甲板上将散装的飞机组装起来就用了 4 个多小时，最后也未能起飞。1926 年，S-1 号艇又载 XS-1 型飞机试验，潜艇浮出水面后，从圆筒状机库内取出飞机进行组装，然后潜艇下潜，飞机脱离潜艇后浮在水面再行起飞。这样，组装和起飞用了 12 分钟，收回并将飞机放进机库用了 13 分钟。

二次大战中的太平洋战争期间，日本人建成当时世界最大的潜水航母 1-400 级，它长 400.25 英尺，排水量 5700 吨，和一艘轻巡洋舰差不多。艇上装有可容纳 3 架飞机的机库，装备 1 门 140 毫米甲板炮和 7 门 25 毫米高射炮，还装有 8 个鱼雷发射管和 20 枚鱼雷。1-400 级潜艇水面航速 18.7 节，水下航速 6.5 节，机库直径 4.2 米，长 30.5 米，装在前甲板的弹射器长 26 米，弹射起飞间隔为 4 分钟。

1942 年下半年，1-400 级潜水航母曾向被围困的岛上运送过飞机。

## 潜艇上的潜望镜有什么作用？

潜望镜是潜艇的眼睛，是潜艇指挥员观察外部世界的唯一窗口。早期的潜艇，在艇壳上设有玻璃舷窗，潜艇浮出水面时艇员可透过舷窗向外了望。1854 年德国的白马·戴维设计了一种有两面镜子的潜艇视管，下潜的潜艇可通过视管进行一定角度的观察。1872 年发明了棱镜潜望镜和望远镜，侦察时将其升出水面，不用时则降入艇内。现代潜望镜长达 10~15 米，顶端直径最小仅有 1 英寸，可大大降低侦察时的暴露率。

潜艇潜望镜是一种用途广泛的军用光学仪器，它的主要作用是：观察、搜索海面及空中目标；测定目标的方位、距离、速度和舷角，装定鱼雷发射提前角，对敌舰进行瞄准，实施鱼雷攻击；对目标进行侦察照相，或对战斗效果进行记录摄影；进行天文导航时用来测量天体（太阳、月亮星体）高度，以确定艇位；进行陆标导航时，用来测定岸标的方位、距离；采用电子技术和无线电技术，通过在镜管上安装天线和接收系统来完成卫星导航、无线电通信、电子侦察与电子干扰等任务。因此，潜望镜既是一种观察设备，又具有鱼雷射击瞄准具、测距机、照相机、导航仪和无线电观察通信设备的功用。

按照战术使用要求，潜望镜可分为三种类型：用于观察、搜索目标，测定目标方位、距离、速度和舷角的攻击潜望镜；用于天文导航、卫星导航、侦察摄影、电子侦察、电子干扰和通信的多用途潜望镜；导弹核潜艇专门用来进行天文导航的潜望镜，以及深潜器用的水下观察潜望镜和电视潜望镜等专用潜望镜。

### 荷兰皇家海军“海象”级潜艇上的 76 型潜望镜

## 早期的潜艇为什么装备火炮？

潜艇是以鱼、水雷等水中兵器为主的水下攻击型兵力，然而，第一次世界大战中及两次大战之间发展的潜艇却都装有火炮，有的竟多达三四门，口径达 12~23 英寸不等。当时，潜艇的主要攻击目标是水面舰船，作战样式以水面巡航为主，只有在需要隐蔽攻击时才潜入水下，所以火炮的作用还相当重要，它是攻击水面舰船和岸基目标的重要武器。

一次大战期间，德国建造了一型长 315 英尺的大型水下运输型潜艇，它由 8~12 人操纵，水面航速 12 节，水下航速 7 节，可运载 700 吨货物，除装备鱼雷外，艇上还装了甲板炮。英国建造的 3 艘 M 级潜艇，除装 4 个鱼雷发射管外还装备了 1 门 12 英寸口径的重炮和 1 门高射炮，航行时，其甲板以下潜入水中，而长长的炮管和潜望镜则伸出水面。M 级潜艇长 296 英尺，水上排水量 1650 吨，采用柴电力推进，水面航速 14 节，水下 8 节。除 M 级潜艇外，英国还发展了两型重要潜艇：K 级和 X-1 级。K 级艇长达 340 英尺，水上排水量 1780 吨，水面航速 23.5 节，水下航速 10 节；X-1 级艇是 1925 年建成的远航重炮潜艇，除装有 6 个鱼雷发射管外，还装备 4 门 5.2 英寸双联装装甲炮塔炮。

法国于 1934 年建成“絮库夫”号重炮潜艇，它装有 10 个鱼雷发射管，2 门 8 英寸火炮，还有一个可容纳 1 架水上飞机的机库。1928 年，美国建成当时最大的潜艇“亚尔古水手”号，它水上排水量达 2710 吨，全长 387 英尺，

装有 2 门 6 英寸火炮，4 个艇首鱼雷发射管和 60 枚水雷。

### 潜艇在一次大战中发挥过什么作用？

尽管早在 1776 年就有过美国用“海龟”号潜艇袭击英国军舰的战例，但潜艇真正参战并取得战果还是在第一次世界大战以后。

第一次世界大战中，潜艇崭露头角，成为对水面舰船有一定威胁作用的特殊舰艇。1914 年 9 月 5 日，德国 U21 号潜艇用一枚鱼雷击沉英国军舰“开路者”号，250 名官兵葬身海底。1914 年 9 月 22 日，德国 U9 号潜艇在比利时海外用不到 90 分钟的时间就击沉 3 艘 12000 吨级的英国装甲巡洋舰，舰上 1500 人死亡。到 1915 年末，德国潜艇击沉 600 余艘协约国商船；到 1916 年和 1917 年，被击沉的商船总数已分别达 1100 艘和 2600 艘。当时，仅 1 艘 U35 号德国潜艇就独自击沉了 226 艘舰船，总计达 50 多万吨。第一次世界大战中，德国潜艇击沉的商船总数达 5906 艘，总吨位超过 1320 万吨。据统计，战争中用潜艇击沉的各种战斗舰艇共达 192 艘，其中有战列舰 12 艘，巡洋舰 23 艘，驱逐舰 39 艘，潜艇 30 艘。战争中各参战国共建造了 640 余艘潜艇，仅德国建造的潜艇就有 300 多艘。

### 潜艇在二次大战中发挥过什么作用？

第二次世界大战期间，潜艇已成为主要的水下战舰。在大西洋战场，德国潜艇曾有效地破坏了盟军的海上交通线；在太平洋战场，美国曾用潜艇重创日本海军舰队。破坏海上交通线主要是攻击盟军的商船队和护航船队。当时，指挥德国潜艇的海军上将卡尔·邓尼兹发明了一种“狼群”战术，即用 6~12 艘潜艇组成水下舰队，白天尾随护航队，黄昏时进入攻击阵位，夜晚钻入护航队中用直航鱼雷实施近程攻击，这种战术极为有效。

1940 年 10 月，一个由 12 艘潜艇组成的“狼群”就击沉了 32 艘舰船，而自己安然无恙。到 1941 年，德国用潜艇击沉盟军舰船的总数已达 1150 艘；到 1942 年则上升到 1600 艘。

1943 年以后，由于盟军加强了反潜护航兵力，并在舰艇、飞机上加装了雷达，使舰船沉没数量降低了 65%，到 1944 年只有 200 艘舰船被击沉。二次大战中，德国共建造潜艇 1131 艘，加上战前造的 57 艘，共 1188 艘。这些潜艇击沉了 3500 艘舰船，造成 45000 人死亡。到战争结束时，德国已有 781 艘潜艇被击沉，二次大战中，除德国外，轴心国中的意大利和日本分别建造了 41 艘和 129 艘潜艇，加上战前建造的 105 艘和 68 艘，分别达 146 艘和 197 艘，战争中分别损失 84 艘和 130 艘。同盟国方面，主要是英美两国拥有潜艇兵力，战前，两国分别建造了 58 艘和 130 艘，战争中分别建造了 165 艘和 203 艘，这样分别达 233 艘和 333 艘，战争中被击沉的潜艇分别为 76 艘和 53 艘。第二次世界大战前，各参战国共有潜艇 496 艘，战争中建造了 1669 艘，使潜艇总数达 2100 余艘。战争期间，潜艇击沉的作战舰艇达 395 艘（含战列舰 3 艘、航空母舰 17 艘、巡洋舰 32 艘、驱逐舰 122 艘），击沉的运输舰船达 5000 余艘，2000 余万吨。

二次大战以后，由于没有出现较大规模的海上战役，所以潜艇的实战应用较少，只是在马岛海战中英国的“征服者”号潜艇击沉过一艘阿根廷巡洋



舰，其次便是在海湾战争中美国“洛杉矶”级潜艇用“战斧”巡航导弹攻击伊拉克本土目标。现代潜艇已成为一支战略核反击力量和核威慑力量，已成为一支打击敌大中型舰艇和岸基目标的重要力量。

### 潜艇外形的主要特点是什么？

潜艇和水面舰艇不同，它不仅在水面航行，还能潜入水下航行。

在艇体外形方面，现代潜艇一般干舷很低，甲板很窄，上层建筑很小，只有一个舰桥。为了减小航行阻力，潜艇通常采用以下四种艇形：一是流线型，它是由水面舰艇演变来的，艇体细长，长宽比通常为 11~12:1，这种艇体外形一般适用于常规潜艇。二是水滴形，它形似一滴水滴，艇首粗而圆，艇尾细而尖，长宽比为 7~8:1，是 50 年代以后发展的一种新艇形，主要特点是流体阻力小，适合于长期水下航行的攻击型核潜艇。三是拉长了的水滴形，这种艇体较长，适合在中部装载导弹，所以常用于弹道导弹核潜艇；四是鲸鱼形，艇首类似流线形艇体，其余部分类似于水滴形艇体，主要适用于常规潜艇。

### 潜艇艇体有哪些结构形式？

现代潜艇的艇体结构分为双壳式和单壳式两种，双壳式艇体就象保温瓶的结构一样，类似于保温瓶胆的那一层叫耐压壳体，常用 HY-80、HY-100 或钛合金等高强度钢或合金材料制成，一般能耐 300~600 米深水的静水压力，耐压壳体内装有所有电子、机械、鱼雷等设备和武器，人员生活、居住和作战也在其中。非耐压壳体是用一层薄钢板焊接而成，主要是赋予潜艇一个好的艇体外形，以减小水下航行阻力，由于壳体到处充满透水孔，内外压力相等，所以它不承受压力。目前有些导弹潜艇把内外壳体间隔作成 2~3 米宽，把导弹垂直安放其中，以节约艇内空间，同时减缓鱼雷的攻击和爆炸破坏效能。单壳体潜艇就是只用一个耐压壳体，但在首、尾、舰桥等处还需用非耐压艇体式的钢板赋予其艇形，以减小水下航行阻力。

### 潜艇怎样下潜和上浮？

潜艇和水面舰艇区别最大的一点就是水柜，对水面舰艇来说，最怕的就是舰内进水，但对潜艇来说，需要的就是进水，因为只有灌进足够的海水潜艇才能下潜。为此，潜艇上设有操纵水柜、专业水柜、生活水柜等多种用来灌水的空间。在潜艇的内外壳体之间，通常设有 10 来个主水柜，用它来控制潜艇的下潜和上浮。下潜时，可以往水柜中灌水，艇体沉入水中，通过操纵体和舵便可控制其下潜深度；上浮时，用高压气把水柜中的水压出柜外，潜艇便可浮出水面。为了调整潜艇均衡，还设有若干调整小柜，通过调整水的多少来控制艇的稳定和平衡。为了保持和改变航向，潜艇上装有方向舵（垂直舵），为了保持和改变深度，还装有升降舵（水平舵）。方向舵一般装在艇尾，而升降舵则分别装于首尾，个别还将首升降舵装到指挥台围壳上，以避免干扰声纳的工作。在靠码头时，首升降舵或围壳舵可收回。

## 潜艇耐压艇体、非耐压艇体及水柜

### 潜艇在大海上有哪些航行状态？

潜艇在海上活动时，一般有四种航行状态：第一种是水面航行状态，即象水面舰艇那样在水面航行，通常在潜艇的进出港口、通过浅水海域或艇内发生故障、艇体破损或出现意外事故时使用；第二种是半潜航行状态，即只要卜甲板和指挥台围壳露出水面，这种航行状态很少使用，只是潜艇由水面航行状态转入水下航行状态的一种过渡航行状态；第三种是通气管状态，主要用于柴油机工作和给蓄电池充电，通常只有常规潜艇才保持这种航行状态；第四种是水下航行状态，即潜艇全部潜入水下航行。

### 潜艇通常在哪些深度航行？

潜艇在水下航行时，一般可以在五种深度进行航行或停留。一是潜望深度，是指潜艇把潜望镜或其它雷达天线等观察器材升出水面的深度，一般为 7~15 米左右，在这一深度航行时，可以对空、对海、对岸进行搜索和通信联络，也可以升起通气管用柴油机航行和充电；二是危险深度，一般为 10~25 米，在这一深度范围，潜艇极易被敌反潜兵力探测，也较易与大型水面舰艇相碰撞，通常潜艇不在这一深度航行或停留；三是安全深度，一般为 25~30 米，这一深度通常不易被敌反潜兵力探测，也不易与大型水面舰艇碰撞，因此通常是潜艇准备浮出水面或使用武器的理想深度；四是工作深度，通常为极限深度的 80~90%，对大、中型潜艇来说约 250~550 米左右，这一深度是潜艇进行水下机动和航行的主要范围；五是极限深度，大型潜艇 300~600 米，中型潜艇 300~400 米，小型潜艇 120~150 米，这一深度是潜艇的最大下潜深度，只有在遭敌追击或特殊情况下才进入这一深度，以防艇体变形。

### 潜艇的主要特点是什么？

潜艇的主要特点有三个：首先是隐蔽性好，在茫茫大海中，一旦潜入水下航行，雷达和光学仪器等都无法进行探测，仅靠水声和一些非声探测设备很难发现潜艇的行踪；其次是续航力大，一般大型常规潜艇，水面状态续航力可达 2~3 万海里，水下中速航行时可达 80~100 海里，通气管状态可达 1.2~1.5 万海里。核潜艇基本全部在水下航行，续航力均在 10 万海里以上。核潜艇一次装满油、水、食品等补给品之后，一次可在水下连续航行 60~90 昼夜；第三是突击威力大，装备弹道导弹、巡航导弹、反潜导弹、防空导弹和鱼、水雷武器之后，潜艇能在海洋上攻击世界上任何一块陆地，能对舰艇、飞机和潜艇发起攻击，并能进行布雷作业。

英国的“特拉法尔加”级核潜艇

### 什么是弹道导弹潜艇？

弹道导弹潜艇是以洲际弹道导弹为主要武器的潜艇，又称为战略潜艇或战略导弹潜艇。弹道导弹潜艇除前苏联第一代潜艇外，其余均为核动力推进。目前，世界上共有 150 余艘弹道导弹潜艇，前苏联最多，其次是美、英、法三国。

弹道导弹潜艇排水量一般为 6000~30000 吨，载弹量为 16~24 枚，射程达 8000~11000 公里，水下续航力无限。弹道导弹潜艇归海军建制和指挥，但战略性调防、部署和导弹发射的批准权限在国家最高指挥当局。弹道导弹潜艇与陆基洲际弹道导弹和战略轰炸机一起构成国家三位一体的战略核力量。因此，平时主要游戈于水下，对敌实施战略核威慑；战时，作为高中存力的核反击力量，负责摧毁敌岸基战略目标，政治经济高度集中的大中城市，主要交通枢纽和通信设施，大型军事基地和港口等重要目标。

装备有“三叉戟”导弹的“俄亥俄”级核潜艇

前苏联弹道导弹核潜艇共发展了几代？

前苏联是最早发展弹道导弹潜艇的国家，也是拥有潜艇数量最多、型号最多，单艇吨位最大的一个国家。早在 50 年代中期前苏联就开始发展弹道导弹潜艇，到目前已发展了五代，其中常规潜艇为第一代，其余四代均为核潜艇。这五代潜艇分别为：

第一代弹道导弹潜艇为 ZV 级和 G 级，是 50 年代中期至 50 年代末期建成服役的。ZV 级是 1955 年改装的一型潜艇，为常规动力推进，装 2 枚陆基“斯柯达”导弹，射程仅 150 公里，弹长 10 米，重 5.4 吨。1958 年才换装 sS-N-4 “萨克”弹道导弹，它是前苏联第一代潜地弹道导弹，射程 350 海里，弹长 15 米，弹重 20 吨。ZV 级艇水下排水量 2600 吨，艇长 90 米，水下航速 15 节。G 级常规动力弹道导弹潜艇是 1958 年专门建造的一级艇，装 3 枚 SS-N-4 导弹，同级共建 19 艘，分 5 个改进型号。

第二代弹道导弹潜艇是 H 级，1958 年建造，1962 年服役。H 级是前苏联第一代核动力导弹潜艇，水下排水量 5500 吨，水下航速 22 节，自给力 60 昼夜，潜深 300 米，装 3 枚射程 1200 公里的 sS-N-5 “塞尔布”导弹。导弹命中精度 2 公里，弹头当量 60 万吨，艇首、尾分别装 6 个和 4 个鱼雷发射管。H 级潜艇共有 3 种改型。

第三代弹道导弹潜艇是 Y 级，1968 年建成服役。该级艇 1967~1976 年共建 34 艘，1978 年后有 5 艘改成攻击型核潜艇，其余 28 艘导弹潜艇中除 1 艘装 12 枚 sS-N-17 导弹之外，全部装 16 枚 SS-N-6 “索弗莱”导弹。Y 级潜艇水下排水量 10000 吨，水下航速 30 节，自给力 60 昼夜，潜深 400 米。导弹射程 2400~3000 公里，命中精度 1.8 公里，可携 3 个分导式多弹头。

前苏联“台风”级弹道导弹潜艇是世界上最大型的潜艇

第四代弹道导弹潜艇为 D 级，1973 年开始建造，目前仍是重点发展的型号。D 级潜艇是前苏联导弹核潜艇舰队的中坚力量，到目前共发展了 4 个型号。D-I 型共建 18 艘，1972~1977 年服役，水下排水量 11000 吨，水下航速 25 节，装 12 枚 SS-N-8 导弹；D-II 型 1973~1975 年服役，水下排水量 13000

吨，水下航速 24 节，人员编制 134 人，共建 4 艘；装 16 枚 SS-N-8 导弹；D- 型和 D- 型性能基本相同，共建 14 艘 D- 型 1984 年开始建造，到 1990 年已有 6 艘服役，并仍以每年 1 艘的速度建造。D- 型艇水下排水量 13600 吨，采用双壳体结构，装 16 枚可携 10 个分导弹头、射程达 8300 公里的 SS-N-23 “轻舟”型导弹。

第五代弹道导弹潜艇为“台风”级，1980 年开始建造，到 1990 年已有 6 艘建成服役。“台风”级是世界上最大的一级潜艇，水下排水量达 29000 吨，艇长 270 米，宽 23 米，水下航速 24 节，潜深 450 米，人员编制 150 人，可装 20 枚携有 7 个分导弹头、射程 8300 公里的 SS-N-20 导弹。

### 美国弹道导弹核潜艇共发展了几代？

美国于 1957 年开始建造第一代弹道导弹潜艇，到目前共发展了四代：

第一代是“乔治·华盛顿”级，1961 年服役，同级共造 5 艘。该级艇水下排水量 6888 吨，水下航速 30 节，潜深 300 米，可装 16 枚射程 2200 公里的“北极星”A-1 导弹。

第二代是“伊桑·艾伦”级，1963 年服役，其水下排水量 7880 吨，水下航速 30 节，潜深 400 米，可携 16 枚射程 2800 公里的“北极星”A-2 导弹。

第三代为“拉斐特”级，1967 年服役，共造 31 艘，水下排水量 8250 吨，航速 30 节，潜深 530 米，可装 16 枚“北极星”A-3 和“海神”C-3 导弹，射程分别为 4600 公里和 5900 公里，分别携 3 个和 10 个分导弹头。

第四代为“俄亥俄”级，1976 年建造，1981 年服役，1990 年已有 11 艘建成服役。该级艇是美国排水量最大的一级艇，也是世界上装弹量最多的一级艇。其水下排水量 18700 吨，艇长 170.7 米，水下航速 25 节，潜深 300 米，人员编制 133 人，可携 24 枚装有 14 个分导弹头、射程达 11000 公里的“三叉戟”型导弹。

美国“俄亥俄”级导弹潜艇的第二艘“密执安”号

### 英国和法国有哪些弹道导弹核潜艇？

英国弹道导弹核潜艇只发展了一级 4 艘，目前正在研制新的一级“先锋”级，预计 90 年代中期服役。英国现役“刚毅”级是 1967～1969 年服役的，水下排水量 8400 吨，水下航速 25 节，装 16 枚美制“北极星”A3 导弹。新的“先锋”级水下排水量达 16000 吨，艇长 150 米，装 16 枚美制“三叉戟”型导弹。

法国弹道导弹核潜艇共发展了三代：第一代为“不屈”级，共建 1 艘，1979 年建造，水下排水量 8920 吨，装 16 枚 M4 导弹；第二代为“可畏”级，潜艇性能与第一代基本相似，只是载弹个同，改携 M20 导弹，该级共建 5 艘；第三代为“凯旋”级，目前正在建造，拟于 90 年代中期服役。该艇水下排水量 14200 吨，艇长 138 米，潜深 300 米，主要装射程 10000 公里的 M5 导弹。此外，还装有“海鳐”鱼雷和“飞鱼”反舰导弹。

英国海军“先锋”级弹道导弹核潜艇

## 什么是攻击型核潜艇？

攻击型潜艇是以鱼雷、反潜导弹和反舰导弹为主要攻击武器的潜艇。

### 英国海军“决心”级攻击型核潜艇

按动力形式可分为常规动力攻击型潜艇和核动力攻击型潜艇两类；按装载武器类型可分为鱼雷攻击潜艇、飞航导弹潜艇、巡航导弹潜艇等。攻击型潜艇的主要任务是：搜索和攻击敌潜艇，攻击敌航母战斗群和水面舰船编队，为弹道导弹潜艇和航母战斗群扫清航道和执行护航任务，以及实施战略、战役侦察，破坏敌海上交通线等。攻击型潜艇中作战效能最高的是核动力攻击型潜艇，它主要分布在美、苏、英、法等国；常规潜艇数量较多，主要分布于苏、英、法及广大第三世界国家。

## 美国的攻击型核潜艇共发展了几代？

攻击型核潜艇的最早发源地是美国，它于 1954 年建成世界上第一艘“鸚鵡螺”号攻击型核潜艇，至今已发展了六代、13 级共 100 余艘。

第一代是“鸚鵡螺”级和“海狼”级，1954 年服役，各建 1 艘，主要是试验用。“鸚鵡螺”级长 97.5 米，水下排水量 4040 吨，水下航速 40 节；“海狼”级水下排水量 4110 吨，潜深 200 米，艇员 105 人，装 6 个鱼雷发射管。

### 世界上第一艘核潜艇 “鸚鵡螺”级

第二代为“鳐鱼”级，共 4 艘，1958 年服役。该级艇是第一型批量建造的核潜艇，其水下排水量 2861 吨，水下航速 25 节，潜深 220 米，艇员 87 人，装 8 个鱼雷发射管。

第三代为“鲐鱼”级，共 6 艘，1961 年服役。该级艇是第一次使用水滴型线型的艇体，第一次采用装在指挥台围壳两侧的水平舵。该艇水下排水量 3513 吨，装 6 个鱼雷发射管。

第四代为“长尾鲨”和“鲟鱼”级，分别造了 13 艘和 37 艘。“长尾鲨”级 1968 年服役，水下排水量 4300 吨，潜深 300 米，装 4 个鱼雷发射管，可发射反潜导弹、反舰导弹；“鲟鱼”级 1975 年服役，水下排水量 4640 吨，潜深 400 米，装 4 个鱼雷发射管，可发射反潜导弹、反舰导弹和“战斧”巡航导弹。这一代潜艇的主要特点是：建造数量多，达 50 艘；首次采用 HY—80 钢，使潜深增大 1 倍，达 400 米；首次采用主、辅和应急三套推进装置；首次将鱼雷发射管从艇首移至中部；首次装有多用途综合声纳和水下射击指挥系统；首次装备反潜导弹、反舰导弹和巡航导弹（从鱼雷管发射），使潜艇具备对舰和对地攻击能力。

### 美国“洛杉矶”级“奥古斯塔”号攻击型核潜艇下水时的情景

第五代为“洛杉矶”级，1976 年服役，到 1990 年已有 43 艘服役，另有 20 艘订货，准备建 60 余艘，是世界上同级建造数量最多的一级核潜艇。该级艇水下排水量 6900 吨，艇长 109 米，水下航速 30 节，潜深 450 米，艇员 127 人，装 4 个鱼雷发射管，可发射反潜导弹、反舰导弹和巡航导弹。该级

艇的主要特点是：噪声小，安静性好，隐蔽性强；水下航速高，潜深大；从1989年起，首次装备“战斧”巡航导弹垂直发射装置，装弹量达12枚，另外还可装12枚备用导弹或鱼雷。

12具导弹发射管位于艇首部内外壳体之间，由位于非耐压艇体中的水密发射筒发射，海湾战争中该级艇成功地发射了十几枚“战斧”导弹。此外，还有一大特点，就是从第34艘艇起又把水平舵从指挥台围壳改回到艇首，并可以收放。

第六代是“海狼”级，1989年建造，90年代中期服役，拟造30艘。该级艇长99.4米，水下排水量9150吨，是美国性能最先进、耗资最大、吨位最大的一级艇。其主要特点是：艇体设计独特，长宽比较小，能穿透较厚的北极冰层；安静性较好，艇体装有吸声涂层；水下航速高，可达35节；作战指挥控制系统先进；武器装载量大，鱼雷和导弹的携载量可达50枚。

### 前苏联的攻击型核潜艇共发展了几代？

前苏联从50年代中期开始研制攻击型核潜艇以来，已发展了四代（不含巡航导弹潜艇）：

第一代为N级，1958年服役，到1963年共造13艘。该级艇长109.7米，水下排水量5000吨，水下航速30节。

第二代为V级，分V-1、V-和V-三个型号，首艇1966年建成。其中，V-级有16艘服役，V-级有7艘服役，V-级到1990年有23艘服役，这样，V级艇共有46艘服役。V-H级艇1984年开始服役，目前仍在建造。该艇水下排水量6000吨，潜深400米，装6个鱼雷发射管，可发射反舰或反潜导弹。

第三代是A级，1983年服役，同级6艘，水下排水量3300吨，水下航速高达42节，潜深可达600~900米，艇员60人，装6个鱼雷发射管，可携20枚备用雷，并能发射SS-N-15导弹，A级艇是世界上航速最快、潜深最大的一级潜艇，目前的反潜潜艇和鱼雷都还达不到如此高速，更无法在如此深的海底进行活动，因而A级艇被认为是性能最好的艇之一。

第四代是“塞拉”、“麦克”和“阿库拉”级，它们都是80年代中期以后服役的艇。“塞拉”级又称8级，1984年开始服役，到1995年将达33艘。该级艇水下排水量7200吨，水下航速32节，潜深达540米，装6个鱼雷发射管，可发射SS-N-21巡航导弹。“麦克”级又称M级，1985年开始服役，水下排水量9700吨，是世界上排水量最大的攻击型核潜艇。该艇水下航速35节，装6个鱼雷发射管，可发射SS-N-21巡航导弹或反潜导弹。

1989年4月7日，唯一的一艘M级潜艇因电气短路事故沉没，包括艇长在内的42名艇员全部遇难。“阿库拉”水下排水量8000吨，武器配备与性能和其它两级类似。

- 级攻击型核潜艇是前苏联主要的反潜兵力

### 英国和法国发展过哪些攻击型核潜艇？

英国自1963年开始发展攻击型核潜艇，到目前已建成四代：

第一代“无畏”级，1艘，艇长81米，水下排水量3500吨，水下航速28节。

第二代“勇士”级，5艘，1971年服役，艇长86.9米，水下排水量4800吨，水下航速25节，潜深300米，装6个鱼雷发射管，备雷26枚。

1982年马岛海战中，该级中的“征服者”号用“虎鱼”鱼雷击沉阿军万吨级巡洋舰。

第三代“快速”级，6艘，水下排水量4900吨，1981年服役，其性能与第二代相仿。

第四代“特拉法尔加”级，到1990年已有5艘服役，另有2艘订货。该级艇是英国性能最先进、吨位最大的一级攻击型核潜艇，水下排水量5208吨，水下航速达32节，装5个鱼雷发射管，可潜射“鱼叉”反舰导弹。

### 英国“特拉法尔加”级攻击型核潜艇

法国1976年才开始发展攻击型核潜艇，1983年开始服役，目前只有4艘服役，准备建8艘。“红宝石”级是世界上排水量最小的攻击型核潜艇，水下排水量仅2670吨，水下航速25节，潜深300米，艇员66人，装4个鱼雷发射管，备雷18枚，可发射“飞鱼”反舰导弹。

### 巡航导弹潜艇是怎么发展起来的？

巡航导弹潜艇是以巡航导弹为主要攻击武器的潜艇，攻击对象有敌大中型水面舰艇及岸基军政设施等。从1953年美国建成第一艘巡航导弹潜艇以来，至今已发展了四代。美国发展巡航导弹潜艇的目的主要是想用战略型核巡航导弹对苏陆基军政目标进行攻击，因此，在1959年美国第一艘弹道导弹核潜艇建成服役之后，巡航导弹潜艇受到冷遇，美国全力发展攻击威力大、命中精度高和射程远的弹道导弹，而巡航导弹的发展却中止下来。前苏联第一艘巡航导弹潜艇的服役时间虽比美国晚了3~5年，但其发展却令世人震惊。前苏联一直把巡航导弹潜艇作为攻击美国航空母舰战斗群等大中型舰艇的重要武器，所以发展迅速，已有四代建成服役，无论在吨位、数量，还是载弹量和技术性能等任何方面，都具世界最先进水平。

70年代以后，由于前苏联大力发展大吨位航空母舰、巡洋舰等大中型舰艇，美国不得不重新考虑发展巡航导弹的问题。但是，美国巡航导弹的发展与苏截然不同，它不是单独发展巡航导弹潜艇，而是利用攻击型潜艇改装巡航导弹，使其具有中、远程对地攻击和反舰作战能力。西方各国的潜艇自70年代以来也开始装备战术型反舰导弹，预计到90年代末，各类潜艇将普遍改装潜射导弹。

### 什么是第一代巡航导弹潜艇？

自50年代以来，巡航导弹共发展了四代，主要集中在前苏联。

第一代巡航导弹潜艇的建成和服役是在战后初期至50年代末期，其主要特点是美苏竞相发展，使常规潜艇具备了远程攻击能力，但由于导弹技术、发射技术等刚刚起步，还存在许多不完善的地方，所以导弹只能在水面状态

发射。因导弹体积庞大，无法装入潜艇舱内，只好将其装入发射筒内固定在潜艇上甲板上。第一代巡航导弹潜艇的研制实际上从二次大战时期已经开始了，当时德国曾在 U-511 号潜艇上安装了 6 个火箭发射架进行试验，后来 V-1 型导弹落入美国人手中，美国海军于 1945~1946 年改装了一艘装备这种导弹的“淡水鳕”（SS348）号潜艇，并在 1947 年 2 月 12 日发射了第一枚导弹，1950 年“天狮星”1 型巡航导弹试飞成功之后，美国海军开始考虑发展第一代导弹潜艇。1957 年终于建成“灰背鲸”（SSG-574）号和“黑炉”（SSG-577）号导弹潜艇。“天狮星”1 型巡航导弹飞行马赫数为 0.9，射程 640 公里，每艘潜艇可装 4 枚。“灰背鲸”号潜艇水上排水量 2670 吨，水下排水量 3650 吨，全长 317 英尺，4 枚导弹分储于两个发射筒中，安放在指挥台围壳前的甲板上。与此同时，前苏联也于 50 年代初开始研究巡航导弹潜艇，1956 年在 W 级潜艇后甲板上装设了一个单筒式“沙道克”巡航导弹发射筒，后来又改在指挥台围壳后端的甲板上装设了一个双筒式巡航导弹发射筒，到 1961 年又开发了“W-长筒”型配置，即在指挥台围壳两侧共设置 4 具呈 20° 仰角的固定式发射筒，发射筒用导流罩与指挥台围壳和潜艇甲板连成一体，这样便产生了前苏联第一代巡航导弹潜艇。

### 什么是第二代巡航导弹潜艇？

第二代巡航导弹潜艇是 60 年代初至 60 年代末发展的，其主要特点是潜艇采用了核动力装置；巡航导弹由甲板以上改为甲板以下，全部装入潜艇舱内；导弹发射仍采用水面状态“热”发射，所以在潜艇上甲板两侧有明显的凹坑式导烟穴，载弹量明显增多，一般每艇可达 6~8 枚。此间，美国于 1960 年建成第一艘核动力巡航导弹潜艇“大比目鱼”（SSG-N-587）号，该艇长 106 米，水上排水量 3850 吨，水下排水量 5000 吨，艇员 120 人，可装 3 枚重达 11 吨、超音速飞行、射程 1000 海里的“天狮星”型导弹，或装 5 枚“天狮星”型导弹。由于 1959 年第一艘弹道导弹核潜艇“乔治·华盛顿”号建成服役，美国巡航导弹潜艇的发展宣告中止。前苏联第二代巡航导弹潜艇发展异常活跃，先后有 J 级和 E 级服役。

1962 年建成水下排水量 4300 吨的 J 级常规潜艇，每艇装 4 枚导弹，同级共建 16 艘。随后又于 60 年代初建成苏第一艘巡航导弹核潜艇；J 级，其水下排水量 5000 吨，装 6 枚 SS-N-3 巡航导弹，同型共建 5 艘；1963 年建成 E- 级，其水下排水量 6200 吨，装 8 枚导弹，同型共建 29 艘。

### 什么是第三代巡航导弹潜艇？

第三代巡航导弹潜艇是 60 年代末至 80 年代初发展的，其主要特点是：美国完全中止了巡航导弹潜艇的发展，但从 1972 年起开始在潜艇上装备“鱼叉”战术反舰导弹，同时于 70 年代初开始研制“战斧”巡航导弹。前苏联仍坚定不移地发展巡航导弹潜艇，在技术上实现了五大突破：巡航导弹潜艇实现核动力化；潜艇水下排水量增至 8000 吨；水下航速由原来 20 节左右猛增至 37 节；载弹量由 8 枚增至 10 枚；导弹由水面“热发射”转入水下“冷发射”。第三代巡航导弹核潜艇主要有两级：C 级和 P 级。

1968 年建造的 C-1 级和 C- 级，分别建造 11 艘和 6 艘；1971 年建造的



P 级仅建造 1 艘。

## 什么是第四代巡航导弹潜艇？

第四代巡航导弹潜艇是 80 年代以后发展的，主要特点是：美国核动力攻击型潜艇普遍装备“鱼叉”反舰导弹和“战斧”巡航导弹，每艘装 12~15 枚，并采用水下垂直发射。法国也开始装备“飞鱼”SM39 潜射战术反舰导弹，英国、日本等国也在改装反舰导弹。

前苏联积数十年巡航导弹之经验，终于于 1980 年建成世界上最大的一级巡航导弹核潜艇“奥斯卡”级（O 级），它水下排水量达 14000 吨，航速 33 节，可装 24 枚 SS-N-19 巡航导弹，而且可以水下发射。

世界上最大的巡航导弹核潜艇 “奥斯卡”级

## 世界上最大的巡航导弹潜艇是哪一级？

世界上第一代巡航导弹潜艇最大排水量 3650 吨，装弹 4 枚；第二代巡航导弹潜艇最大排水量 6200 吨，装弹 8 枚；第三代巡航导弹潜艇最大排水量 8000 吨，载弹 10 枚；第四代巡航导弹核潜艇、前苏联的“奥斯卡”级最大排水量 16000 吨，全长 160 米，载弹 24 枚，艇员 130 人，因而成为世界上排水量最大、艇长最长、载弹量最多、艇员最多的一级巡航导弹核潜艇。

“奥斯卡”级潜艇 1978 年开工建造，1980 年春天下水，同年年底试航，1982 年服役，到 1990 年共服役 5 艘，另有 2 艘在建。“奥斯卡”级分 I 型和 II 型两种，I 型共造 2 艘，排水量 14000 吨，艇长 150 米，装 24 枚 SS-N-19 超音速反舰导弹。II 型排水量增至 16000 吨，艇长增至 160 米，拟装 24 枚 SS-N-24 反舰巡航导弹。这种导弹可利用卫星和飞机进行引导，射程达 2200 海里。此外还装有 6 个鱼雷发射管和 18 枚备用雷。

“奥斯卡”级巡航导弹核潜艇的主要任务是攻击美航母战斗群，保护苏联弹道导弹核潜艇，以及攻击敌大型商船队等。其主要特点是采用双层壳体结构，艇体宽大，内外壳体之间有 3 米间距，分别在两舷间距内垂直布设 24 枚 SS-N-19 巡航导弹。这种内外壳体大间距的布置方案使其生存力有所增加，敌鱼雷即使命中潜艇，能炸毁非耐压壳，也无法毁伤远在 3 米之外、且有导弹发射筒隔离的耐压壳体。

前苏联“奥斯卡”I 级巡航导弹核潜艇

## 什么是常规动力潜艇？

常规动力潜艇就是采用非核动力推进的一种潜艇，其主要任务是攻击水面舰船和潜艇，也可实施水下布雷、侦察等任务。从 1620~1624 年荷兰发明家建造第一艘潜艇，到 20 世纪 90 年代初止，常规潜艇的动力装置经过了几次大的变化，从人力摇桨驱动，发展到采用蒸汽机、电动机、柴油机、空气压缩机、过氧化氢气轮机和闭式循环绝氧发动机等多种类型。目前，人们通常把采用柴油机和电动机驱动的潜艇称为常规动力潜艇。

除动力装置外，常规动力潜艇的武器装备也发生过几次大的变化，早期潜艇多采用人工送炸药包或拖曳鱼雷实施攻击的方法进行作战；第一次世界大战时，潜艇开始装备甲板炮，在武器装备上与水面舰艇没有什么大的区别，只不过能够下潜而已。两次大战之间，常规潜艇吨位增大，武器携载量增多，鱼雷、水雷、火炮和轻武器种类齐全，已成为一种攻击力较强的水下战舰。二次大战期间，常规潜艇开始装备雷达、声纳和通气管装置，水下侦察探测距离增大，鱼雷、水雷成为主要攻击武器，反舰和防空用的甲板炮退居次要位置，有的已不再装炮。此间，潜艇发展的一个重要趋向是探索潜水航母的发展，希望以作战半径大、机动性能好、飞行速度快和可艇上弹射起飞、水面降落的水上飞机为主要攻击武器，以隐蔽性能好、可水下潜航的潜艇为运载平台，发展一种大威力进攻型装备。战后以来，常规潜艇不再装火炮，鱼雷、导弹成为其主要反舰、反潜武器。潜水航母的发展也没有取得重大进展。

荷兰卖给中国台湾国民党海军的“海虎”号潜艇

## 早期的常规潜艇是怎样发展的？

常规潜艇经过早期的艰苦探索、一次大战的技术突破和两次大战之间的迅猛发展，到 1939 年二次大战爆发以前，实际上各种技术日臻成熟。二次大战中潜艇发展的重大突破点是装备了雷达、声纳和通气管，并建造了一批性能优良的潜艇。战后 40 多年来，应该说从潜艇发展技术而言，除潜射导弹和部分电子装备外，常规潜艇并没有什么惊人的发展和建树。

一次大战后至二次大战末，仅德国就建造了 23 批 1000 余艘潜艇，其中最先进的有三型：V FV 和 XXI 型。V F 型长 254.75 英尺，可携 25 枚鱼雷（当时一般携 10~14 枚），装载 199 吨燃油。XXI 型长 250 英尺，排水量 1600 吨，在水下能以 17.5 节的速度航行 1 个多小时，能以 6 节的速度航行 2 天，或以更慢的经济航速航行 4 天。该艇水下工作深度为 850 英尺，装有 6 个艇首鱼雷发射管，可携 23 枚鱼雷。当时，德国人还发明了一种能在水下驱动潜艇的过氧化氢汽轮机，水下短时航速可达 25 节，试航时曾用 20 节速度航行了 5.5 小时。

太平洋战争时期，美国常规潜艇水上排水量已达 1570 吨，水下排水量达 2415 吨，全长 311 英尺，水面航速 20 节，水下航速 10~11 节，一般装 6 个鱼雷发射管，可携 24 枚鱼雷，并装 13~15 英寸口径的火炮 1~2 门，艇员 80 人左右，潜航深度可达 300~400 英尺。

## 战后以来常规潜艇是怎样发展的？

战后初期，前苏联利用德国 XXI 型潜艇的先进设计，于 1950~1958 年间建造了 235 艘 W 级潜艇，比 1945~1970 年间世界其它国家海军建造潜艇的总数还多。前苏联始终坚持常规潜艇与核潜艇发展并重、以核潜艇为主的方针，其常规潜艇大部分用于出口，本国装备的在技术上主要有两大突破：一是用潜艇发射巡航导弹，如 J 级潜艇，排水量 2200 吨，潜深 300 米，装 8 个鱼雷发射管和 4 座导弹发射装置，可在水面发射“沙道克”巡航导弹，射程 420 公里。二是用潜艇发射弹道导弹，如 6 级潜艇，排水量 2850 吨，除装 10 个鱼雷发射管外，还装有 3 个导弹发射装置，可发射射程 1200 公里的核导弹。

战后以来美国潜艇的发展以核潜艇为主，到 80 年代已实现了核动力化；常规潜艇的发展主要以改装为主，适当建造几艘新艇。

常规潜艇改装的重点有三个：一是将战时建造的 52 艘潜艇改装动力装置、改进艇体线型、拆除甲板炮等，使水下航速达 16 节以上；二是全部加装通气管；三是改装雷达哨艇、反潜潜艇、运输潜艇、布雷潜艇和训练潜艇等。战后至 50 年代末，美国新建常规潜艇只有 21 艘，60 年代以后就不再建造此类潜艇。这些新艇水上排水量最大 2030 吨，水下排水量最大 2637 吨，全长最长 350 英尺，水面航速最大 25 节，水下最大 33 节，一般装 6 个 21 英寸鱼雷发射管，人员编制最多 95 人。

### 意大利“萨乌罗”级潜艇艇射

除美、苏外，世界上具有自行研制、建造常规潜艇能力的国家主要有：瑞典、德国、日本、意大利等国。

## 现代常规潜艇的主要特点是什么？

潜艇是一种潜于水下进行活动并执行作战任务的战斗舰艇。常规潜艇是指在水面或通气管状态航行时采用柴油机推进，在水下航行时则以蓄电池和电动机推进的一种舰艇。常规潜艇的主要任务是攻击敌水面舰艇，特别是大中型水面舰艇；攻击敌潜艇并实施反潜作战；破坏敌海上交通线；实施布雷，进行海上封锁及担负侦察、监视、运输和救援等。目前，世界上有近 40 个国家拥有常规潜艇，现役总数约 750 艘左右。其中，仅前苏联就有 150 艘。能够自行设计和制造常规潜艇的国家主要是前苏联、美国、瑞典、意大利、日本、英国、法国、德国等近 10 个国家。

### 前苏联海军“基洛”级常规潜艇

## 战后以来常规潜艇经历了哪些重要发展阶段？

战后以来，现代常规潜艇的发展经历了三个阶段：

第一阶段是战争结束至 50 年代末期，此间常规潜艇发展的特点是吸收德国潜艇的设计思想，重建现代常规潜艇舰队。战争后期，德国建造的 XXI 级潜艇水下排水量 1827 吨，航速 17 节，水面续航力以 10 节速度航行时可达 16500 海里，水下以 5 节速度航行时可达 365 海里，自给力 70 昼夜，潜深 200 米，艇长 76.6 米，宽 6.6 米，艇首装 6 个鱼雷发射管，另配两座双联装高射炮。该级艇武备强，艇形好，潜深大，航速快，采用了通气管装置，加装了电子侦察仪器，因而是一级性能较好的常规潜艇。此间，尽管美、苏、英等国都分别建造了一些潜艇，但建树不多，除美国的“大青花鱼”号实现水下最高航速 33 节之外，其余战术技术性能并无重大突破。

第二阶段是 50 年代末至 60 年代后期，此间常规潜艇的主要特点就是装备了巡航导弹和弹道导弹，改进了电子设备和动力装置，在主要战术技术性能方面仍没有重大突破性进展。

### 德国 209 型潜艇

第三阶段是 60 年代末以后，这一段时间比较长，常规潜艇发展的主要特点是：采用高强度钢提高壳体的耐压性能，使潜深达 300 米左右；装备战术反舰导弹和近程潜空导弹，提高远程反舰攻击能力和点防空能力；装备新型动力装置，提高水下续航能力等。此间，尽管常规潜艇仍处于大发展的势头，但主要战术技术性能并无多大提高，艇长仍在 50~100 米之间，艇宽 6~9 米，排水量 1000~2000 吨左右，少数在 2000 吨以上，水下最大航速一般为 16~20 节，个别可达 20~25 节，潜深仍在 100~200 米左右，水下动力源主要还是用 1890 年开始使用的铅酸电池。

面对核潜艇的挑战，常规潜艇的发展虽一度受到冷落，但毕竟因为它具有建造周期短、造价低、操纵简单、水下噪音小和便于在浅水海域活动等优点而仍受广大第三世界国家青睐。随着新能源、新动力和新技术的不断发展和应用，常规潜艇在现代战争中仍能发挥重要作用。

## 什么是深潜器？

深潜器是一种能在深海进行水下作业的潜水设备，分民用和军用两类，具有军民通用性质，一般不携带武器，吨位在 20~80 吨左右，个别达 400 吨，潜水深度一般为 2000~5000 米左右，个别达 11000 米。深潜器分为有人深潜器、无人深潜器和遥控深潜器等多种类型，其主要任务有三类：一类是用于海洋调查，采集水下标本，进行水下摄影，开展潜水医学和生理学研究，进行水声学研究；另一类是协助进行深海石油资源的勘探与开发，检查及维修海底电缆管路，运送潜水员在水下执行任务，进行水下救生与打挤；最后一类是执行军事侦察、扫雷、布雷等任务，试验和回收鱼雷、水雷、深弹等水中兵器，营救失事潜艇的艇员，观察武器的水下发射情况，进行水下噪音测量等。

### 美国“阿尔文”号深潜器

#### 深潜器是怎样发展起来的？

自古以来，人类就运用各种方式进行潜水活动，1855 年，有个德国人建造了一个系留式钢球，人坐在里面可以潜入 75 米深的海底去捞取沉船上的财宝。本世纪 30 年代初，美国制造了世界上第一个用于海洋研究的系缆式潜水球“比布”号，它是一个圆形钢球，直径 1.45 米，周围开有 3 个观察窗。

1934 年 8 月，“比布”号潜入 923 米深的海底，创造了当时深潜的最高记录。后来，又建造了第二个钢球“深球”号，结果于 1950 年潜入 1372 米深的海底，刷新了深潜记录。

40 年代末期，瑞士的奥·皮卡德研制成功世界上第一艘不用系统缆连接的深潜器 FNRs 号，其最大下潜深度可达 5200 米。

1961 年 1 月 23 日，奥·皮卡德用他研制的一艘长 18.2 米、直径 2.18 米、壁厚 12 厘米、由 2 人乘坐的“的里雅斯特”号进行了长达 8 小时 33 分钟的深海探险，成功地潜入了 11000 米深的马里亚纳海沟，这是人类有史以来第一次潜入世界最深的海沟，在那里，海水压力高达 1100 公斤/厘米<sup>2</sup>，相当于陆地上一个大气压的 1100 倍。

#### 现代深潜器有哪些主要型号？

60 年代以后，“的里雅斯特”号被美国海军租用，并相继研制成功两种改进型，之后，美国海军便自行建造了第一艘“阿尔文”号深潜器，它排水量 300 吨，潜深 2000 米，可乘坐 3 人，1969 年，又相继建成“海龟”号和“海崖”号深潜器，潜深分别为 2200 米和 7000 米。从 60 年代末开始，美国海军重点发展两种深潜器，即深潜救援艇（DSRV）和深潜搜索艇（DSSV），前者的主要任务是从沉没的潜艇中救出遇难人员，后者的主要任务则是进行深海调查、搜索和回收等。

深潜救助艇排水量 37 吨，长 15 米，能以 4 节航速航行 8 小时，一次可救出 24 名人员。

1971 年和 1972 年，美国分别建成“神秘”号和“阿瓦隆”号两艘深潜救助艇。此外，美国还于 1969 年建成吨位上最大的 400 吨级核动力深潜器

NRI 号，它长达 43.7 米，续航力达 30 海里，载员 17 人，作业深度为 1000 米。

除各种有人深潜器之外，60 年代以后无人深潜器的发展也引人瞩目。无人深潜器又称水下机器人，是一种能模仿人进行某些活动的自动机械，能够在人难以适应的深水环境中代替人进行工作。60 年代美国就研制出了第一代水下机器人 CURV 号，它具有电动推进装置、水下电视摄象机、声纳和打捞机械手等设备，工作深度为 2100 米。目前，无人深潜器有系缆式和无系缆式两种，前者需要水面母船传输动力并进行遥控，后者可以自行机动，具有一定的自主功能。当前，无人深潜器的最大下潜深度已达 7600 米，它是由美国的“米达”号创造的。

### 深潜器执行过哪些任务？

近年来，深潜器曾执行过多次水下照相，回收导弹、鱼雷，打捞沉艇和氢弹，以及水下救生等特殊任务。

#### 美国 C-5A 运输机正在装运 DRSV-1 深潜救援艇

1964 年，“的里雅斯特”号曾成功地打捞过“长尾鲨”号核潜艇的残骸；1966 年 4 月 7 日，“阿尔文”号、CURV-I 号和“阿鲁明纳”号曾从地中海 856 米深的海底打捞出因 B-52 爆炸而坠海近 3 个月的氢弹；1979 年 5 月，“阿瓦隆”号进行第一次沉艇救生试验。目前，全世界已有 300 余艘可以军用的深潜器，随着科学技术的发展，新一代深潜器——自主式潜水机器人将会有更大的发展。

### 什么是反潜战？

现代潜艇由于采用了新型核动力装置和常规动力装置，水下续航能力大大加强，可长时间在水下航行，且噪音越来越低，很难发现和探测。此外，现代潜艇装备弹道导弹、巡航导弹、反舰导弹、防空导弹及反潜鱼雷后，具有远程对地、对舰、对空及对潜作战和攻击能力，因此对陆基重要军政设施、飞机、舰船等构成较大威胁。为了消除敌方潜艇的威胁，保护己方兵力免遭来自水下的攻击，并发扬己方火力，世界各国都十分重视反潜兵力的发展和建设。

反潜兵力主要有三支重要力量：以攻击型核潜艇和常规潜艇为主体的水下反潜兵力；以反潜水面舰艇为主体的水面反潜兵力；以飞机、直升机为主体的航空反潜兵力。

因为海水是一种十分复杂的介质，因此有必要先建立环境判据。用卫星监视气象（1）、海情（2）、海洋水文数据（3）及水温的变化（4），由海底监视系统（5）识别所有无用的噪声源（例如鱼）。另一颗卫星（6）则观察太阳活动对地球磁场产生的自然变化。根据地面的报告（8）或卫星跟踪（9）来判定是否商船（7）。跟踪核动力弹道导弹潜艇的第一步是当潜艇离开港口时根据卫星照相（10）及海洋监视卫星（11）和地面站（12）确定。反潜飞机（13）采用一种综合探测器，包括磁探仪、声纳浮标（14）、水温变化测

量装置（15）以及前视红外传感器（16）。快速展开的监视系统（17）是空投式的。水面舰艇主要依赖舰壳声纳（18）和拖曳线列阵声纳（19）。攻击潜艇主要依靠声纳，包括艇壳声纳（20）和拖曳线列阵声纳。重要的无源设备是声监视系统（5），此外可将大型线圈铺设在海底，用来监视电磁场的变化（21）。最后，潜艇的航迹可以由超视距（后向散射）雷达（22）来探测。所有这些信息都送到一个巨型计算机（23）中去处理。

## 什么是潜艇反潜？

潜艇反潜是反潜作战的一支重要力量，特别是攻击型核动力潜艇，它有近乎无限的续航能力，可连续在水下潜航3个月，且装有先进的声纳、鱼雷等搜潜及攻潜装备，因而是潜艇的一大克星。

目前反潜作战的主要攻击型核潜艇有：美国的“洛杉矶”级和下一代“海狼”级，前苏联的A级、“麦克”级、V-级和V-级，以及英国的“特拉法尔加”级等。现代反潜型核潜艇水下排水量一般为5000~8000吨，个别可达9700吨，如前苏联的“麦克”级，有的仅2670吨，如法国的“红宝石”级。攻击型核潜艇的水下航速较高，一般都在30节以上，个别可达35~40节。所载的主要反潜武器是鱼雷，一般在艇首部装有6~8座鱼雷发射管，可发射高性能反潜自导鱼雷或重型线导鱼雷。每艘潜艇可携带数枚或数十枚鱼雷，用于水下再装填。

除反潜鱼雷外，攻击型核潜艇通常还装有反潜导弹。所谓反潜导弹实际上就是火箭助飞鱼雷，即把鱼雷当作战斗部，用火箭将其推出水面，并在大气层中飞行一段距离后，再实施鱼雷攻击，以增大反潜作战的距离。通常使用的反潜导弹有美国的“萨布洛克”和前苏联的SS-N 15、SS—N—16等。

## 什么是航空反潜？

航空反潜是反潜作战效率最高、对作战兵力威胁最小的一种反潜方式。航空反潜兵力主要有反潜巡逻机和舰载反潜直升机等。

反潜巡逻机又称海上巡逻机，主要分岸基和舰基两种类型。岸基反潜机通常用大型民用运输机改装，所以续航时间很长，一般达十几个小时，个别可达20多个小时。由于机身宽大，舱内可容纳大量反潜探测及攻击装备。通常，岸基大型反潜巡逻机装有声纳浮标、磁探仪等水声、光学和电磁探潜设备，以及鱼雷、深弹等攻潜武器，能在较短时间内巡视大面积海域，所以是战略反潜的主要兵力。

### 美国海军 P-7 大型反潜巡逻机

目前，各国现役的岸基反潜巡逻机有：美国的P—3C、英国的“猎迷”、“法国的“大西洋”和前苏联的“伊济38”等。

舰载反潜机主要从航空母舰上起降，所以拥有的国家很少，只有美国及少数几个国家有，型号也十分单一，主要是美国的S-2和S-3系列机。舰载反潜机因体积较小，所以续航力和反潜能力均不及岸基反潜机，它通常以航母为核心，执行区域反潜作战任务。

### 美海军 SH-60F “海鹰”舰载反潜直升机

舰载反潜直升机是进行战术反潜的主要兵力，它主要携带声纳浮标、吊装声纳、磁探仪等反潜探测设备，以及鱼雷、深弹等攻潜武器进行反潜作战。反潜直升机广泛装备海军护卫舰以上的各类战斗舰艇，是应用最广、作用较大的一种反潜兵力。目前，各国装备的反潜直升机主要有：美国的 SH-60B“海鹰”、英国的“海王”、法国的“超黄蜂”、前苏联的“卡—27”等。

此外，美国等还在研究使用飞艇进行反潜的方案。

### 什么是水面舰艇反潜？

水面舰艇反潜作战是其最重要的使命任务之一。水面舰艇处于水面状态，面临来自水下的严重威胁，所以几乎每艘战斗舰艇都装有反潜探测及攻击装备。

水面舰艇反潜通常以专用反潜型舰艇为主，其它舰艇则多装以自卫性反潜设备。以反潜为主的水面舰艇有猎潜艇、反潜护卫舰、反潜驱逐舰等，这些舰一般在水面舰艇编队中担任护航兵力，进行前导开路或殿后护航。反潜型舰艇主要装备舰壳声纳、变深声纳、拖曳声纳等探潜设备，以及反潜深弹、反潜鱼雷、反潜水雷、反潜导弹等攻潜武器。

目前主要的反潜舰艇有：美国的“斯普鲁恩斯”级驱逐舰、“佩里”级护卫舰，前苏联的“勇敢”级驱逐舰及日本“旗风”级驱逐舰等。反潜舰艇除自身具有较强的反潜作战能力外，通常还携有 2~3 架反潜直升机，以增大反潜作战效能。

### 早期的航空母舰是怎样发展起来的？

1903 年 12 月 7 日，当莱特兄弟制造的“飞行者”号飞机第一次飞离地面冲向蓝天的时候，人们的好奇心就投向了那宽广无际的海洋。飞机能从地面起飞，为什么不能在海上起飞呢？1909 年，法国大发明家克雷曼·阿德在他的《军事飞行》一书中第一次描述了载机航母的新概念。然而，它却被本国人嗤之以鼻，认为是不切实际的梦幻。

1910 年 11 月 14 日，富有好奇心和冒险精神的美国飞行员埃利，驾驶一架“柯蒂斯”式飞机从美国海军“伯明翰”号巡洋舰上起飞成功。两个月后，又驾机在军舰上安全降落，为航空母舰的发展铺垫了第一块基石。

从“伯明翰”号巡洋舰起飞第一架飞机算起，已有 80 年了。

80 年来，航空母舰经过第一次世界大战及战后的创建、第二次世界大战的洗礼及战后的现代化发展，已成为一支海上核心兵力。

1914 年到 1918 年的第一次世界大战期间，英、美、日、法四国共发展了 13 艘航空母舰，而当时战列舰的数量则超过了 140 艘，航空母舰和战列舰的比例为 1：11，当时，航空母舰还没有引起军事家们的足够重视。

航空母舰实际上就是一个浮动的海上机场，平坦而宽阔的飞行甲板是航空母舰的显著标志。早期航空母舰的飞行甲板十分简陋，大都是在商船和巡洋舰上铺设一块木板，用吊杆吊上吊下，运往战区。水上飞机则靠浮筒在水面起飞和降落。

1917 年，英国用巡洋舰改装了世界上第一艘能搭载常规起降飞机的“暴怒”号航空母舰，它的飞行甲板分为前后两段。由于当时的陆基飞机重量很



轻，利用前飞行甲板的斜度靠前机轮即可滑行起飞离舰，在后飞行甲板靠人力便可拦阻着舰。

1918 年，英国又用客轮改装了世界上第一艘直通型平坦飞行甲板的“百眼巨人”号航空母舰；1922 年，美国则利用运煤船改装了一艘直通型飞行甲板的“兰格利”号航空母舰。它长 166 米，排水量 11000 吨，航速 15 节，能携载 33 架飞机。当时该艘航母的舰载机主要是通过机轮滑跑起飞，着舰则采用 22 根两端系有沙袋的绳索阻拦降落。

## 两次大战之间航空母舰有哪些重大发展？

1919 年到 1939 年第二次世界大战爆发前的 20 年间，航空母舰的数量增长了 1 倍，拥有国也有 4 个扩展到 6 个。

1922 年，英、美、日、法、意五个海军大国签署了《华盛顿海军协定》，企图通过限制各国海军舰艇总吨位来限制其军备发展。1930 年又召开了伦敦海军会议，进一步明确了英、美两国海军各保持 52.5 万吨、日本海军保持 31.5 万吨海军军备总规模的所谓 5：5：3 的五五三比例。

正当英、美、法、意四大海军强国醉心于发展 35000 吨级超级战列舰、企图夺取和控制制海权的时候，日本海军却采取了发展航空母舰、夺取海上制空权的战略，并于 1934 年单方面废除裁军协定，突破 27000 吨的单舰限定吨位，开始建造大型攻击型航空母舰。到 1941 年时，日本海军航空母舰数量已跃居世界首位，航空母舰和战列舰的比例已达 10:10；而当时英、美海军的这两个比例却还仅有 7：15 和 7：16。强大的航空母舰兵力为此后日本海军贸然发动太平洋战争埋下了重要的伏笔。

1922 年，日本历时 4 年专门设计和建造的世界上第一艘攻击型航空母舰“凤翔”号正式服役，从而揭开了航空母舰发展的序幕。1 年后，英国“竞技神”号航空母舰服役；两年后，美国“突击者”号航空母舰服役。到 1939 年 8 月 31 日第二次世界大战爆发的前夜，英国已专门设计和建造了 7 艘航空母舰，最大的“皇家方舟”号已达 28000 吨，载机 60 余架。美国也建成 7 艘航母，最大的“列克星敦”号已达 36000 吨，载机量超过了 100 架。当时日本航空母舰已建成 6 艘，最大的“赤诚”号也达 36500 吨，可载机 90 余架。

第二次世界大战以前，航母舰载机重量一般为 1~6 吨，时速在 15~500 公里之间，所以，航空母舰一般都采用通长甲板形式，并装有长 47 米、宽 25 米的飞轮式和液压式弹射器，以给出 48 节以上的初速。当时舰载机的着舰速度很低，只有 35 节左右，和航空母舰的速度差不多，所以用摩擦式闸片和液压阻拦装置便可拦阻着舰。

两次大战之间的 20 年，虽然各海军大国多次限制、裁军和削减军备，但并没有给人类带来一个“维多利亚”式的和平时代，相反，却孕育了第二次世界大战爆发的危机。

## 美国“中途岛”号航空母舰

## 二次大战中航空母舰发挥了哪些作用？

第二次世界大战爆发前，世界各国攻击型航空母舰只有 20 艘左右，6 年

大战期间，各交战国虽拼力赶造航母，但总艘数仍没超过 50 艘，而且 1/3 是战争接近尾声时才完工，有的还没等正式服役就被炸沉了。

在大西洋战场上，为了进行反潜护航作战，美国在两年多的时间里紧急动员，用商船改装了 100 多艘护航航母，为夺取战争的胜利发挥了极为重要的作用。这些改装型航母一般在 7000 ~ 12000 吨之间，载 30 余架飞机。作为飞机运载舰时，最多可载 60 多架飞机。美国当时专门设计和建造的一级护航航母“卡塞布兰卡”级排水量 11000 吨，可载机 60 余架，有一家造船厂在 18 个月中就突击建造了 50 多艘。

1939 年到 1945 年的第二次世界大战期间，航空母舰一展雄风，开始主宰海洋战场。世界各国航空母舰数量从一战结束时的 13 艘一下子猛增到 176 艘，而称霸于世界海洋几百年的战列舰却寥若晨星，所剩甚少，从 140 艘下降到 40 艘，航空母舰和战列舰的比例第一次形成 4 : 1 的绝对优势。航空母舰由舰队辅助兵力变为主要突击兵力，不仅取代战列舰成为制空制海的主要兵力，也成为海军远洋作战和对陆攻击的重要军事力量。

### 战后以来航空母舰经历过哪些重大技术发展？

1946 年，第一架“鬼怪”型喷气式战斗机在美国海军“罗斯福”号航空母舰上弹射起飞，这种在重量和航速方面都比螺旋桨飞机大好几倍的喷气式飞机使航空母舰面临一次严峻的考验。老式的弹射阻拦装置和直通型飞机甲板已很难满足它的战术需求，于是，航空母舰开始了三次大的技术革命。

1950 年，英国研制成功能弹射 30 吨以上超音速喷气式飞机的蒸汽弹射器，并正式装备“英仙座”号航空母舰使用。40 年来，世界上几乎所有大、中型航空母舰都是装备这种弹射器。

1951 年 8 月，英国“凯旋”号航空母舰的舰载机第一次从 10 度斜角的飞行甲板上试飞成功。1 年后，美国海军“中途岛”号航空母舰经过 400 多次试验，也正式采用了这种飞行甲板。这种飞行甲板分起飞区、降落区和待机区三大部分，直段部分用于舰载机弹射起飞，斜角部分用于降落，上层建筑前方的三角区则用于停机。这种起飞、降落和机种调整互不干扰又可同时进行的斜直两段式飞行甲板倍受青睐，目前大、中型航空母舰还都在采用这种甲板形式。

1961 年，世界上第一艘核动力航空母舰美国海军 9 万吨级的“企业”号正式服役，把航空母舰的发展推向了一个最高点。核动力装置的采用，赋予航空母舰极大的续航力。

1964 年，“企业”号航母进行了总航程达 3 万公里的无补给环球航行。

30 年来，“企业”号航母仅更换过 3 次燃料，累计航程却已达 50 万海里，相当于绕地球航行了 23 圈。目前，这种超级核动力航空母舰世界上已有 6 艘服役，都集中在美国。到本世纪末，此类航空母舰将发展到 15 艘，其中美国 9 艘，前苏联 4 艘，法国 2 艘。蒸汽弹射器、斜直两段式飞行甲板和核动力推进这三大关键技术的推广应用，大大提高了航空母舰的突击威力和远洋机动能力。

### 航空母舰将向何处发展？

航空母舰经过 80 年的发展，目前已成为大国海军兵力的核心、综合国力的象征和国防威力的缩影。战后 40 多年来，虽然面临导弹核武器、战略核潜艇等新型海军武器装备的挑战，但航空母舰仍是大国海军的核心兵力和骨干装备，40 多年来，由于世界军事形势从战争和冷战转向缓和与竞争，航空母舰在数量上也降到了半个世纪以来的最低点，全世界航母不到 30 艘。其中，美国占了一半，苏、英、法、印等八国占去了另一半。

### 世界上最大的超级核动力航空母舰 “尼米兹” 级

预计在 21 世纪初期以前，航空母舰仍将是一个很有发展前景的舰种，数量虽然不会有明显的增多，但质量则将有较大的提高，主要发展趋势将集中在以下五个方面：一是吨位越来越大，美苏航空母舰将分别保持在 9 万吨和 7 万吨以上，法国航空母舰也将在 4 万吨以上；二是采用核动力推进，重型和中型航母将普遍采用核动力装置，以增大续航力；三是轻型、袖珍型航空母舰将保持良好的发展势头，2 万吨以下的轻型航母和五六千吨级的袖珍航母将受到英国、印度、日本等区域防御型海军的青睐；四是航空母舰的某些关键技术将有重大突破，超导、电磁弹射、克夫拉装甲和新概念武器等将开始应用，不同起降方式的舰载机和新一代隐型飞机将装舰使用；五是商船改装航空母舰的研究及实船改装验证工作仍方兴未艾，将继续深入地开展下去。

### 为什么各海军大国纷纷发展航空母舰？

航空母舰在二次大战中取代战列舰、结束“大舰巨炮”时代之后，一直是海军的核心装备，预计 21 世纪中期之前仍不可能有新的兵力兵器取而代之，因此，是一种很有发展前途的装备。纵观近代世界海战史，不难得出这样三点结论：一是经过半个多世纪的发展与改进，技术已臻成熟，风险不是很大，有大量经验教训可以参照，因此，一般中等以上海军国家都具有发展或使用此类装备的能力；二是航空母舰是集航空、造船、机械、电子、兵器等为一体的重型装备，起点高，作用大，是一种理想的换代装备，抓住这个“龙头”，能进一步优化海军兵力结构，使之产生质的飞跃，更加精干和顶用。同时，它也是国家战略的一根重要支柱，对于维护和平、振兴经济、提高大国地位、跻身于强国之林有着非常重要的作用；三是航空母舰是海军兵力结构中的核心装备，发挥着龙头的作用。以航母为核心组成的庞大战斗群在平时可产生巨大的威慑效能，起到望而生畏、不战而胜的效能；在战时，可以迅速机动下作战海域，迅速集结优势海空兵力，短时即可对敌海域、海岸和海空形成巨大的兵力优势，并通过夺取制空权、制海权和制电磁权，打赢各类常规战争。

航空母舰是一种较为全面的海军装备，是一把既能实战，又有威慑力的双刃剑。由于它机动性强，部署灵活，因此，可巡视中远海大面积海域，这是岸基飞机和中小型舰艇力所不及的；由于它可搭载各种不同类型的飞机，装备导弹、鱼雷、火炮及战术核武器，因此随时可集中优势兵力，对水面、水下、海空、海岸及电磁等多维空间的目标进行猛烈攻击，且可出奇制胜，完成海上封锁、对岸攻击任务，并可夺取战区制空权和制电磁权；由于它具有极大的威慑能力和作战效能，因此可维护国家的海洋权益、保护丰富的海

洋资源、保卫海上交通线。并可借友好访问、海上演习等正常军事交流扩大国家声誉，提高军队地位、慑止可能的战争及冲突，达到有备而不战、不战而屈人之兵，以及维护世界和平的目的。

### 航空母舰在两次大战中参加过哪些重大海上战役？

1914年12月25日，英国海军3艘航空母舰所载的7架水上飞机成功地袭击了德国的一个飞艇基地，创造了航母舰载机第一次对陆攻击的战例。1年后，从英国航母起飞的1架“肖特-184”型水上飞机击沉了1艘货船，首创了舰载机对海上目标进行攻击的战果。

1916年5月31日，英国航空母舰参加了著名的日德兰战役，写下了航母舰载机第一次参加海战的战例。1年后，1架“幼犬”式战斗机从英国航母起飞，击落了1架德国的L-23型飞艇，成为舰载机首次击落空中飞行目标的战例。

第一次世界大战期间，英国海军航母舰载机首创的一系列对陆、对海和对空攻击的成功战例，使战略家和军事家们大为震惊，他们突然感到除猛烈的舰炮火力外，还有一种令人担忧的来自空中的威胁。

1939年第二次世界大战在欧洲爆发的时候，航空母舰已成为海军的重要突击兵力，航母舰载机已能执行对陆对海攻击、战场侦察、反潜护航等作战任务。到战争后期，美国海军已拥有100多艘航空母舰，28032架飞机；日本海军已拥有18艘航空母舰，10819架飞机；英国海军已拥有53艘航空母舰，1336架飞机。战争中，1941~1945年间，海军航空兵共出动35万架次，在被击沉的大型水面舰艇中，有一半以上是航母舰载机所为，“没有制空权就没有制海权”的著名论断就是这个时期海战史的真实写照。

在大西洋战场上，拥有7艘航空母舰和15艘战列舰的英国海军在战争中已崭露头角。

1940年。月13日，英一艘航母的舰载机击沉一艘德“柯尼斯堡”号轻巡洋舰，创造了航母舰载机第一次击沉大型战舰的历史。

1940年11月9日，英20余架飞机从两艘航母上起飞，突袭意塔兰托海军基地。在6个半小时的战斗中就击沉击伤3艘战列舰2艘巡洋舰J艘军辅船，击毁1个水上机场和油库，仅损失2架飞机。

1941年5月24~26日，英2艘航母的舰载机寻歼并重创德新造4万吨级大型战列舰“俾斯麦”号。

1941年12月，英第一艘护航航母开始进行护航战，之后，大批航母舰载机开始用于大西洋护航作战。

在太平洋战争中，由于日美海军势均力敌，各握有航母舰载机这个杀手锏，所以导致两国海军经久不息的太平洋激战，从而使航母舰载机一跃而成为舰队的主力和对陆攻击的主要突击兵力，并第一次成了海上舰队决战的主要突击兵力，从而取代战列舰而主宰海战场。

1941年12月初，日美太平洋海军实力的对比为：航空母舰、战列舰和飞机日本分别为：10艘、214艘和1559架，美为：3艘、125艘和1775架，日占绝对优势。1941年12月7日，日本以6艘航母、423架舰载机、24艘大中型舰艇和3艘潜艇组成海上联合舰队，偷袭美珍珠港海军基地，1个多小时就击沉击伤美战列舰7艘、大型舰艇12艘、中小型舰艇20余艘，击毁

飞机 420 余架、毙伤 3615 人，日仅损失 29 架飞机和 5 艘袖珍潜艇。这是海战史上航母编队对陆攻击规模最大、战果最显著的一次。

1942 年 5 月 3～8 日，日以 3 艘航母、125 架飞机和 27 艘大中型战舰组成海上编队，美以之艘航母、141 架飞机、20 艘大中型战舰组成海上编队，在珊瑚海进行了海战史上第一次纯航空母舰的海上决战，双方交战距离第一次超出目视距离和 20 公里的大炮射程，所有护航战舰均一弹未发，任凭航母舰载机进行海空一体战。结果，日损失 1 艘轻型航母、1 艘驱逐舰、80 架飞机和 900 人；美损失 1 艘航空母舰、1 艘驱逐舰、1 艘油轮、66 架飞机、543 人。

1942 年 6 月 3～7 日，日以 5 艘航母、11 艘战列舰、72 艘大中型水面舰艇，美以 3 艘航母、22 艘大中型水面舰艇在中途岛海域展开激战。美以劣势兵力、配以岛/岸基飞机几乎全歼强大的日本舰队，击沉其 4 艘航母及所携的 280 架舰载机、击毁 50 架飞机、毙伤 3500 人，美损失 1 艘航空母舰、1 艘驱逐舰、150 架飞机、307 人，迫使日转入战略守势。

1944 年 10 月 23～26 日，日以 4 艘航空母舰 116 架舰载机、300 架岸基飞机、8 艘战列舰、54 艘大中型水面舰艇、14 艘潜艇（总吨位 73 万吨）、4.3 万人；美以 34 艘航空母舰和护航航母、1000 架舰载机、400 架岸基飞机、12 艘战列舰、135 艘大中型舰艇、29 艘潜艇（总吨位 133 万吨）、14 万人的总兵力，在莱特湾决一死战，结果日本 4 艘航空母舰全被击沉，损失大中型舰艇 24 艘，计 30 万吨，飞机 150 架、1 万余人。日海军航空兵彻底毁灭，缩至本土，顽抗待降。

### 战后以来航空母舰有过哪些作战行动？

1950～1953 年朝鲜战争中，美以 5～7 艘，有时 11～12 艘航空母舰为核心，配以 200 余艘水面舰艇，第一次使用舰载喷气式飞机和直升机对朝内地和港口进行攻击和封锁，有力地配合了登陆作战；1964～1973 年的越南战争中，先后动用 20 余艘航空母舰，对越内陆腹地、港口基地、海上目标进行大规模轰击和海上封锁，仅 1965～1968 年 12 月，航母舰载机就出动 20 万次，在对越空袭和轰炸的总架次中，航母舰载机占 50% 以上。

1982 年 4 月 2 日～6 月 14 日，英以 2 艘航空母舰、40 余艘作战舰艇、140 架飞机（含 60 架“鹞”式机）、2.7 万人，航渡 19 天奔赴 13000 公里之遥的马岛海域参战；阿根廷 1 艘航空母舰、17 艘舰艇、200 架飞机、1 万余人在距本土 500 公里的战区内作战，主要以空军和陆军为主，海军慑于英军实力雄厚，未敢出战。英航母虽属反潜型，但仍夺取了战区的制空制海权，并封锁了海域，有效地支援了登陆作战，大获全胜“1986 年 3 月 23 日～26 日，美以 3 艘航空母舰、30 余艘护航舰艇、250 多架飞机、27000 余人的兵力向利比亚海岸发起突袭，24 小时之内就摧毁利 2 个地对空导弹阵地、击沉击伤 2 艘导弹艇，自己无一伤亡。4 月 15 日凌晨，又以 2 艘航空母舰、近 200 架舰载机、20 余艘舰艇和空军的 50 多架飞机一起，在 11 分半钟内摧毁了利境内 5 个重要军政目标，卡扎菲险些丧命，炸毁其飞机 14 架、机场 2 个、雷达站 7 个、炸死 130 余人，美仅损机 1 架。

1962 年 10 月，美航母编队在公海对向古巴运送导弹的前苏联船只强行进行“停船检疫”，没有航空母舰的前苏联只好在美国人面前唯命是从，开

箱受检；1971 年 12 月的印巴战争中，印度用唯一的 1 艘老航母和 33 架舰载机便有效地封锁了巴海域，11 天内起飞 400 架次，袭击了内地港口、基地和海上目标；1983 年美航母和两栖攻击舰一起对格林纳达 100 公里宽的周边海域进行了有效的封锁，使守军孤立无援，7 天便占领全岛。

1990 年 8 月 2 日至 1991 年 2 月 28 日，在长达 7 个月的海湾危机和海湾战争中，仅美国海军就出动了 9 艘航空母舰、150 余艘舰艇和 700 余架舰载机，自始至终发挥了极为重要的威慑及实战作用。危机爆发后，美航母战斗群快速反应，紧急驶往战区，对伊进行武力威慑。在“沙漠盾牌”行动中，美出动大量航母战斗群，对伊科战区及其周边海域和空域进行全方位封锁以确保制海权和制空权，为战略海运和空运的顺利实施提供了极为安全可靠的环境，并配合政治、经济及外交斗争对进出伊科海港的船舶进行检查。在“沙漠风暴”行动中，航母战斗群分别驶入波斯湾、红海和东地中海，使用 700 余架舰载机配合空军兵力对伊科本土实施大纵深攻击，并遂行了空中预警、侦察、护航、加油、电子战及攻击海上目标等一系列作战行动。在“沙漠军刀”行动中，美航母战斗群积极配合地面战场行动，进行战术空袭、轰炸，并确保濒海战区的制空制海权，同时，还配合两栖战舰艇部队进行佯攻。

曾参加海湾战争的美国海军“突击者”号航空母舰

### 美国有哪些核动力航空母舰？

美国海军核动力航空母舰共有两级，即“企业”级和“尼米兹”级。

“企业”级核动力航空母舰，满载排水量 90970 吨，载机 90 架，人员编制 5833 人，其中航空联队 2480 人。它是世界上第一艘核动力航空母舰。

1950 年开始设计，1958 年动工，1961 年服役，造价 4.5 亿美元。目前已更换三次燃料，累计航程达 50 万海里，相当于绕地球航行 23 圈。该舰将于 1993～1995 年进行延长服役期改装。“企业”级航空母舰曾多次参加军事演习、武力威慑和其它各类军事行动。1964 年，“企业”号进行了总航程达 3 万公里的无补给环球航行，在 1962 年 10 月的古巴导弹危机中，参加了封锁古巴周围 500 海里海域的行动。现部署在太平洋舰队。

#### 世界上第一艘核力航母 “企业”号

“尼米兹”级核动力航空母舰是日前世界上最先进的航空母舰，现役 5 艘，在建之艘，计划共建 8 艘。与“企业”号核动力航母相比，“尼米兹”级的核动力装置有很大改进，反应堆数量从 8 个减为 2 个，堆芯寿命从 4 年提高至 13～15 年，更换一次燃料可航行 130～160 万公里。“尼米兹”级航空母舰，1975 年服役，满载排水量 90944 吨，载机 90 架，人员编制 5648 人，其中航空联队 2480 人。1979 年伊朗危机时，该舰迅速从地中海驶往阿拉伯海执行任务，创造了海上连续活动 110 天的记录。

### 美国海军有哪些常规动力航空母舰？

美国海军常规动力航空母舰共有三级 10 艘，都属重型航空母舰。

一是“小鹰”级航空母舰，1956～1968 年建造，现役 4 艘。该级舰原作

为攻击型航母设计和建造，后于 1973～1975 年间改装为通用型航空母舰，每艘造价为 2.5～2.8 亿美元。该级舰满载排水量 31000 吨，载机 85 架，人员编制 5641 人，其中航空联队 2480 人。

二是“福莱斯特”级航空母舰，1955～1959 年服役，现役 4 艘，满载排水量 80000 吨，载机 90 架，人员编制 5499 人，其中航空联队 2480 人。该级舰是美国海军“延长服役计划”下改装的首级舰艇，其中，“萨拉托加”号是第一艘完成这一改装的航母。改装自 1980 年 10 月开始，历时 28 个月，耗资 4.05 亿美元，是原造价的 2 倍多。该级舰是二次世界大战后第一级为携带喷气式飞机而专门设计和建造的航母。该舰在设计中，沿用了英国航空母舰的斜角飞行甲板和蒸汽弹射器，排水量也有所增大，升降机由原来的 3 个增加到 4 个，弹射器由 2 个增加到 4 个，从而创立了美国现代重型航空母舰的基本模式。

#### 美国海军“福莱斯特”号航空母舰

三是“中途岛”级航空母舰，舷号 CV-41，1943 年开工建造，1945 年 9 月服役，1991 年海湾战争后退役。“中途岛”级航空母舰是第二次世界大战期间美国建造的最大航空母舰，其满载排水量 64000 吨，载机 75 架，人员编制 4772 人，其中航空联队 2239 人。“中途岛”级服役 40 多年来，已经过数次大规模改装。50 年代后期由通长甲板改为斜角甲板，60 年代和 80 年代中期又两次对飞行甲板进行改装，以不断具备携带新型飞机的能力，目前已可携带 F/A-18“大黄蜂”战斗/攻击机，但是该级舰没有携带反潜机。

#### 美国航母战斗群是怎样编成的？

根据使命任务和威胁环境，美国海军一般有单航母、双航母和三航母战斗群三种编成形式。在低威胁区巡逻或显示武力时，一般使用以 1 艘航母为核心组成的战斗群，通常配有 4 艘防空型导弹巡洋舰、4 艘反潜型驱逐舰和 1～2 艘攻击型核潜艇。在中等威胁区实施威慑、制止危机和参与低强度战争时，通常使用以 2 艘航母为核心的战斗群，配以 8 艘防空型巡洋舰和驱逐舰，4 艘反潜型驱、护航和 2～4 艘攻击型核潜艇，在高威胁区参与局部战争或大规模常规战争时，常以 3 艘航母为核心组成战斗群，配以 9 艘防空型导弹巡洋舰和驱逐舰，14 艘反潜型驱、护航和 5～6 艘攻击型核潜艇。

一个单航母战斗群的舰载机可控海空域面积 800～1000 平方公里，如果 4 个航母战斗群协同作战，其可控海空域面积则达 96 万平方公里以上。

#### 美国海军航母战斗群编队航行

航行于世界大洋的现代航母战斗群，面临来自空中、海面、海岸、水下和电磁等多维空间的严重威胁，必须攻防兼备，既有强大的威慑力和突击威力，又有严密的自身防御能力和强大的生命力。目前，美国海军的航母战斗群从侦察警戒到攻击掩护，都实现了空舰一体化和密切协调的攻防配系，具有攻防纵深大、层次多和火力强的特点。

#### 美国海军双航母战斗群航行序列

一个双航母战斗群通常采用远、中、近三层火力配系，第一层外防区用

于大纵深攻防，距航母 180 ~ 400 公里以上。8 架预警机、8 架电子战飞机、6 架侦察机、舰载相控阵雷达和攻击型核潜艇负责对空中、水面、水下进行搜索，一旦战争需要，便可使用 70 架攻击机、50 架战斗机、20 架反潜机和 400 多枚舰载远程巡航导弹，对陆地、空中、水面和水下预定目标进行实时攻击。第二层中防区用于航母战斗群的区域攻防，距航母 45 ~ 180 公里。在外防区各种兵力兵器的配合下，舰载雷达、声纳和 40 余架直升机负责对突破第一道防线的目标进行搜索和跟踪，同时使用 350 枚远程巡航导弹、260 枚反舰导弹、600 多枚防空导弹和反潜鱼雷对来袭目标进行拦击。最后一道防线用于自卫，航空母舰和其它护航舰艇主要使用战术导弹、鱼雷和舰炮等中、近程武器对突破第一、二道防线的来袭目标进行截击，这种大纵深、多层次、远中近、高中低多道设防的作战体系，使航空母舰的生存能力大大提高。战后以来，各国航空母舰虽然进行了近 40 次大小规模的战争和武装冲突，但没有一艘被击沉和重创。

### 什么是中型航空母舰？

中型航空母舰排水量在 3 ~ 6 万吨之间，载机 15 ~ 50 架，载机种类以重 10 ~ 20 吨的战斗机、攻击机或垂直/短距起降飞机为主。

目前，世界上有两个国家拥有 6 艘中型航空母舰。其中，前苏联 4 艘、法国现役 2 艘，正在建造的 1 艘。

中型航空母舰的任务是：区域作战和部署，夺取作战海域的制空、制海权；攻击敌水面舰艇编队及海上运输船队；攻击敌岸基重要军事目标；封锁海区及海上重要通道；担任舰队指挥舰，并负责舰队反潜与防空作战；支援两栖登陆作战；炫耀武力，制止危机。

前苏联和美国不同，其中型航母装有很强的武备；但法国航母则与美国雷同，仅装少量防空武器，飞行甲板也为斜直两段式。中型航母一般每艘设两部升降机，若搭载固定翼飞机，则设 3 ~ 4 道阻拦索和 2 部弹射器。在动力形式上，除法国正在建造 1 艘核动力航母外，其它均为蒸汽动力。

### 法国海军“福熙”号航空母舰

### 法国有哪些航空母舰？

法国海军的航母发展走了一条租赁—研仿—自行设计和建造的道路。开始，先租赁了 3 艘英、美航母，用于研究、使用及培训舰员；后来，便自行研制、建造和使用 2 艘中型航母；目前正在自行研制、建造和使用 2 艘中型核动力航母。

法国海军十分重视舰员和指挥人员的培训，利用租赁航母和自造直升机航母进行人员训练，并根据海外利益多和海洋国土面积大的特点，在独立防御的战略指导下，坚持发展中型常规起降飞机航母。在航母发展政策上，坚持不引进航母、舰载机、舰载设备等成套装备，立足于国内，始终强调自力更生的原则。首次在中型航母上采用核动力装置，并积极研究激光助降和新一代陆基飞机的上舰技术，在数量上坚持合理足够的适度规模，自始至终保持两艘在役。



### 法国海军在建的“戴高乐”级核动力航空母舰

法国正在建造的“戴高乐”级中型核动力航空母舰，是法国第一代核动力航母，其满载排水量 39700 吨，载机 40 架，人员编制 1700 人，其中航空联队 550 人。采用斜角飞行甲板，跑道长 195 米，可供新型固定翼飞机起降。服役初期，将携载现役的“超军旗”攻击机等，90 年代末，将改携“阵风”战斗机和 E2C 预警机。目前，该级舰计划建造 2 艘。首制舰已于 1986 年开工，预计 1995 年服役，届时将取代 60 年代初服役的“克莱蒙梭”号航母。该舰的造价为 70 亿法郎。后续舰于 1990 年开工。法国自二次大战后，其航母发展久无突破。开始是租赁航母，后来通过研制直升机训练舰和中型航母找到了新的途径，目前正在建造的核动力航母将使法国步入航母大国行列。

法国海军“克莱蒙梭”级航空母舰是法国独立建造的第一级航母，同级 2 艘，分别于 1955 和 1957 年动工，1961 和 1963 年服役。该舰满载排水量 32800 吨，载机 40 架，不含航空联队其人员编制为 1338 人。自 60 年代初服役以来，该级舰已经历过数次改装。1978 和 1980 年，两舰分别进厂改装 13 个月，以携载“超军旗”攻击机和战术核武器。1985 年，“克莱蒙梭”号再次大修并改装，更换了力量更大的升降机和弹射器、先进的武器系统，以及用“海响尾蛇”防空导弹取代了 100 毫米炮。“福熙”号在 1987～1988 年进行了同样的改装。按计划，“克莱蒙梭”号将在 1995 年“戴高乐”号核动力航母服役时退出现役，“福熙”号将于 1998 年退役。

## 前苏联有哪些航空母舰？

前苏联从 60 年代起步，到 80 年代中期才开始建造重型航母，走的是一条借鉴西方经验，从直升机母舰起步，先发展轻、中型航母，再发展重型航母的稳妥途径。前苏联海军的航空母舰发展是先队自行设计和建造直升机航母开始，经过建造中型垂直/短距起降飞机航母的长期过渡，进而于 90 年代开始发展重型核动力常规起降飞机航空母舰的。

前苏联海军第一代航母是 2 艘直升机母舰“莫斯科”级，主要用于探索航母发展途径，积累经验，培养舰员和指挥官。第二代自行研制和建造的 4 艘“基辅”级中型航母，却是个集航母与巡洋舰为一体的“四不”舰艇，对海攻击和反潜能力很强，但仍解决不了舰队防空问题。第三代在建的“库兹涅佐夫”级重型核动力常规起降飞机航空母舰则有许多重大突破，首次在飞行甲板上实现了无弹射常规起飞离舰、阻拦降落的高新技术。

### 前苏联“库兹涅佐夫”级航空母舰

“基辅”级航母是继 60 年代“莫斯科”级直升机母舰之后发展的，载机量较大，是较为正规的中型航母。同时，“基辅”级航母又为前苏联新一代航母的发展奠定了基础，起到承前启后的作用。该级现役 4 艘，1975～1985 年服役，排水量 37100 吨，载机 32 架，其中垂直/短距起降飞机 13 架、直升机 19 架，不含舰载航空兵的人员编制为 1200 人。“基辅”级航空母舰与西方航母的设计思想有很大区别，它集航空母舰和巡洋舰的设计思想为一体，装备有多种反舰和防空导弹，其舰载武器的攻击能力相当于巡洋舰水平，是世界上武器装载量最大的舰艇。在战术使用上，“基辅”级航母常与“喀拉”级巡洋舰、“现代”级驱逐舰以及“克里瓦克”级护卫舰等编队，组成 7～9 艘舰艇的战斗群。但是，由于在设计和建造初期存在的一些问题，“基辅”号等很少编入作战序列，一般只能保持 2 艘进入作战部署。

## 印度有哪些航空母舰？

印度海军建立只有 40 多年，由于拥有两艘航空母舰，从而带动了整个海军武器装备的协调发展，使其兵力结构相对均衡、精干，且威慑力大、战斗力强，已成为印度洋最强的一支海上力量。印度海军之所以在短时间内大见成效，其原因有四个：一是国家把发展海军作为一项重要国策；二是军队内部自行调节，突出了发展航母这个重点；三是海军以航母为纲，狠抓了相关装备的建设；四是海军由于不负责近海防御杂务，故能集中精力向中远海推进，以发挥航母效能。

在航母发展政策上，印度海军坚持在有一定使用经验和技術储备的前提下，自行设计和建造轻型航空母舰。其中部分关键设备和舰载机仍需引进，大部分则采取许可证生产方式。这种“拿来主义”和“改良主义”值得借鉴，这种方法花钱不多，便能很快形成战斗力，对那些成熟的、常规的技术和装备不一定再投入大量人力物力在“一无图纸、二无资料”的情况下去“自力更生”，从头研究，搞重复劳动。

印度“维莱特”号航空母舰，原为英国海军“竞技神”号，1986 年以 6000 万英镑的价格出售给印度，已在英国完成大修和改装，1987 年正式编入印度

海军服役。该舰满载排水量 28700 吨，搭载 5 架垂直/短距起飞机和 9 架直升机，不含舰载航空兵的人员编制为 1350 人。“竞技神”号航空母舰于 1944 年开工建造，1959 年服役。此后经历多次改装：1971～1973 年改装成两栖攻击型航母，1976 年的改装使其具备了反潜能力，1980～1981 年再次改装，装设了 7.5° 的滑翘式飞行甲板。

印度“维克兰特”号航空母舰，原属英国“尊严”级。

1943 年开工，中途停工 10 年之久，直至 1957 年印度购入方才继续建造，1961 年服役。该舰满载排水量 19500 吨，载机 22 架，人员编制 1075 人。该航母先后于 1979 和 1983 年两次改装，加装了滑翘式甲板，但在斜角甲板部分仍保留了弹射器，载机 16 架，包括“海鹞”战斗机、“贸易风”反潜机和 1 架教练机。

### 印度海军“维莱特”号航空母舰

### 英国航空母舰是怎样发展起来的？

英国是世界上最早发展航空母舰的国家，也是对世界航空母舰发展贡献最大、技术创新最多的国家，它为大中型航母发明了斜角飞行甲板、蒸汽弹射器、助降镜和阻拦索等关键设备，除核动力装置外，几乎所有的航母重要技术的发明都是英国人所为。

英国海军航空母舰在自行设计和建造的基础上，始终注意发展和突破重大关键技术，从不人云亦云、亦步亦趋地走别人的路，自己勇于开拓，不断创新，并能结合同情、国力和海军的使命任务选择航空母舰的类型，不贪大求全，坚持适度规模，讲求精干顶用。

对过时的航母尽早退役和外售，并积极推销轻型航空母舰和舰载机，以出口养军备。

英国虽然具有发展航母的各种实力和条件，但利用商船改装、发展“影子航母舰队”却一直是其平战结合的重要战略。

1910～1920 年，靠商船改装了“暴怒”号等航空母舰，以后虽开始专门设计航母，但各个时期都从未忽视制定动员令、保持商船改装潜力，马岛战争中这支影子舰队发挥了重要作用，战后又改装了一艘“百眼巨人”号航空训练舰和医院船。

英国对航空母舰的研究虽起步很早，但由于受“大舰巨炮制胜”论的影响，航母的发展十分迟缓，从而造成了一次大战中的失利。第二次世界大战至 60 年代虽亡羊补牢，航母达 50 余艘，舰载机达近千架，但为时已晚，无法夺回昔日霸主地位。

70 年代海军常规起降飞机航母全部退役之后，国防部责令海军把几乎全部飞机都交空军管辖，由空军为海军提供中远程舰队区域防空和预警。马岛海战证明，这是一种错误的决策，空军平时用不上，战时又不能应召前往，迫使海军用驱、护舰艇作雷达哨舰和“海王”直升机进行预警，用“海鹞”飞机来制空，遭到一定的战争损失。

### 英国海军“无敌”级航空母舰

英国海军“无敌”级航空母舰，现役 3 艘，1980～1985 年服役，满载排

水量 19500 吨，人员编制 954 人，其中舰载航空兵 284 人。首制舰造价 1.845 亿英镑，后续舰 1985 年价为 3 亿英镑。1982 年 4 月马岛冲突之前，英政府曾宣布将“无敌”号出售，但由于该舰在战争中经受了考验并起到重大作用，政府取消了这一决定，但从 1986 年开始对其进行为期 2 年的改装，主要包括：将滑翘甲板倾角由 7° 增加到 12°；加大机库和增设航空辅助设施，使载机量达 22 架，比改装前提高 60%，包括 8 架“海鹞”、11 架反潜直升机和 3 架“海王”预警直升机。预计改装费将达 1 亿英镑。

### 什么是轻型航空母舰？

轻型航空母舰排水量在 1.5 ~ 3 万吨之间，载机量 14 ~ 27 架，载机种类以重 5 ~ 12 吨的垂直/短距起降飞机和直升机为主。目前，世界上有 6 个国家兴拥有 9 艘轻型航母，其中英国 3 艘，印度 2 艘，意大利、西班牙、巴西和阿根廷各 1 艘。

#### 意大利“加里波迪”级轻型航空母舰

轻型航空母舰的任务是：区域作战和部署，夺取有限作战海域内的制空、制海权；担任特混舰队指挥舰，在编队中对各舰进行战术协调，并召唤其飞机对编队实施快速有效的支援；实施和指挥反潜战，执行一定的舰队区域防空和反舰作战任务；支援两栖登陆作战；保护海上交通线，执行海上搜索、救援和运输等任务。

轻型航空母舰一般均装防空武器，少数还装备反舰和反潜武器，设 2 部舰内升降机。携载固定翼飞机的老式轻型航母采用斜直两段式飞行甲板，设 3 道阻拦索和 1 部弹射器；新型轻型航母多携载垂直/短距起降飞机，因而采用前端向上滑翘的直通型飞行甲板，动力形式一般采用燃气动力。

### 商船怎样改装成航空母舰？

利用商船和战斗舰艇改装航空母舰是发展航母的一条重要途径。二战期间，各国建造的航母还不到 30 艘，而改装的就达 200 多艘，1982 年马岛海战及海战之后，也改装了不少舰艇并产生了许多现代改装方案。利用商船改装航空母舰有三大优点：一是平战结合、军民结合。平时可作为商船支援国家建设，战时改装航空母舰可进行作战和后勤支援。二是效费比较好。三是周期短、见效快。战时利用集装箱化系统改装 1 艘航母一般仅用 48 小时即可完成，平时改装 1 艘 1 ~ 3 年便可交付使用，而建造 1 艘航母从研制到服役则要 10 ~ 20 年。

用商船改装航母也存在战斗效能有限、生存能力较低的缺点。此类航母不能携载常规起降飞机，只能搭载垂直/短距起降飞机和直升机，因而作战半径较小，缺乏远程警戒和攻击能力。另外，民用船舶与军舰的建造标准相差甚远，没有考虑三防、抗冲击和抗爆加固等因素，因而战时毁损率较高。

滚装船有平坦的上层甲板，外形和结构酷似登陆舰，是一种很好的平战两用新船型。平坦的上甲板可改为飞行甲板，供垂直/短距起降飞机和直升机起降，车辆货舱可供两栖车辆、坦克等自行武器开上开下。

垂直/短距起降飞机的出现与完善赋予商船改装航母以更大

### 英国用商船改装航空母舰的方案

的潜力和生命力。美国“阿拉伯霍”计划设想用商船改装可搭载垂直/短距起降飞机的平台，它可载4架垂直/短距起降飞机，用10个集装箱作人员住舱，6个集装箱作燃料舱，并设有必要的航空辅助设施。该系统约占船舶吨位的20%，在普通码头上用常规起重设备可在24小时内改装完毕。

### 英国用商船改装的“百眼巨人”号航空训练舰

英国的“舰载集装箱化防空武器系统”有高、中、低多种改装方案，可分别执行舰队区域防空、中级自卫防空和初级自卫防空任务。曾设想在30000吨的集装箱船上，利用223个装有防空导弹、近防武器系统以及各种航空辅助设施及人员住舱的集装箱，左舷铺设一条长140米、 $5^{\circ} \sim 7^{\circ}$ 的滑翘跑道，尾部设一直升机平台和机库，可载“海鹞”飞机8架、“海王”直升机2架。改装后的商船，可为舰队提供区域防空，而整个改装仅需48小时。

目前，用商船改装各类载机舰已不仅停留于纸面，许多已进入实用。英国海军辅助船队的“信赖”号航空支援舰便是在“阿拉伯霍”计划的研究基础上，用参加过马岛海战、28000吨的“天文学者”号集装箱船改装而成。该舰1983年开始改装，同年12月完工。改装后可载5架“海王”直升机，下甲板可装516个20英尺和181个40英尺标准集装箱，用于装载干货、液货及冷藏食品。

英国海军“百眼巨人”号航空训练舰也是用参加过马岛海战的商船改装。改装主要包括以下内容：艏部桥楼不动，将上甲板改为飞行甲板，上层建筑前后各设一部舷内升降机，加设了4道水密隔墙，将一舱标准改为三舱标准，为提高船的稳性，飞行甲板下铺设了一层重达2000吨的混凝土，保证横摇 $12^{\circ}$ 时飞机仍能安全起降。该舰改装后可搭载12架“海鹞”和6架“海王”，载机量比“无敌”级高25%，而采购加改装费0.72亿英镑，仅为“无敌”级现价格的20%。该舰已完成试航，于1987年4月编入英皇家海军服役。

1991年海湾战争中，该舰又改成医院船前往海湾。

### 航空母舰上搭载什么飞机？

舰载机是航空母舰的主要作战武器。目前，各国航母舰载机的种类繁多，共约30种。按起降方式可分为常规起降飞机、垂直/短距起降飞机和直升机；按使命任务可分为战斗机、攻击机、反潜机、预警机、侦察机、电子战飞机、空中加油机和运输机。

由于航母所担负的任务不同，其载机数量和种类也不尽相同。

一般，以对海/对陆攻击任务为主的重型航母载机量大，种类齐全，可携60~100架飞机，其中，攻击机约占40%，战斗机约占27%，反潜机占11%，预警、电子战等特种飞机各占4%左右；以对海/对陆攻击任务为主的中型航母载机量也较大（30~40架），但种类不齐全，其中攻击机约占50%，战斗机占25%，反潜机占20%。轻型航母大都以反潜为主，一般可携14~22架垂直/短距起降飞机和直升机，其中反潜机占60%以上。

攻击机是重、中型航母的主要攻击力量，其主要任务是为航母战斗群提供空中掩护，攻击敌水面舰艇编队，并对敌纵深地区目标实施常规或核攻击。

目前，航母的主要攻击机有 A-6E “入侵者”、A-7E “海盗”和“超军旗”等，前两型为美海军主要航母舰载攻击机，载弹量较大，为 6800~8200 公斤，可携制导炸弹、核炸弹、导弹、火箭弹和电子干扰吊舱等。“超军旗”是法国海军的一种轻型攻击机，载弹量较小，仅 2100 公斤，可携 AM-39 空舰导弹或常规炸弹。

战斗机和攻击机一样，也是重型和中型航空母舰的主要突击兵力。其主要任务是护航、空域巡逻、截击敌轰炸机和拦截导弹。此外，也可担任一定的对地攻击任务。

现代舰载战斗机均为超音速喷气式飞机，最大飞行马赫数可达 2.3（如美 F-14 战斗机），作战半径一般都在 700 公里以上。在执行护航和防空任务时，可携 6~8 枚空空导弹；对地攻击时，载 3~4 吨炸弹。

反潜机分为固定翼和旋转翼两种。固定翼反潜机的主要作战任务是配合大型岸基反潜巡逻机对敌潜艇进行持续的搜索、监视和攻击。

目前，固定翼反潜机只有美国的 S-3A/B 和法国的“贸易风”，均用于重、中型航母。其中，S-3A/B “海贼”续航力大，作战半径达 4300 公里，海平面最大航速 814 公里/小时，最大巡航速度 640 公里/小时。机上装有声纳浮标，前视红外探测仪和磁探仪等探潜设备，并携有鱼雷、深弹、水雷、集束炸弹等反潜武器，可对潜艇进行探测、识别、定位、跟踪和攻击。

反潜直升机的主要任务是：同编队内的反潜机和反潜水面舰艇及潜艇一起，在周围进行反潜探测和攻击，并可执行反舰和搜索救援等任务。

反潜直升机可带吊放声纳（或战术拖曳线列阵声纳）、声纳浮标和磁探仪等探潜设备，并携有鱼雷、深弹和水雷等攻潜武器。目前，航母舰载反潜直升机主要有美国的 SH-3 “海王”、SH-60F “海鹰”、前苏联的“卡-25”、法国的“超黄蜂”和“云雀”及英国、意大利正在联合研制的 EH-101 等。

空中预警机是重型航母的空中指挥所和机动预警雷达站，每艘一般装备 3~4 架。目前，除美国外，其它国家的航母上均未搭载固定翼预警机，而是携载 1~2 架装有预警雷达的直升机。

美国 E-2C “鹰眼”预警机是专为海军研制的，主要用于舰队远程防空预警和空战引导与指挥。该机主尺度与 A-6E 攻击机相仿，带副油箱时，可在距航母 370 公里的空域连续值勤 6 小时，巡航速度 489 公里/小时，升限 9400 米。其顶部的旋转雷达天线直径为 7.32 米，每 10 秒钟旋转一周，可同时跟踪 200~300 个目标；探测距离 400~700 公里，发现以 1800 公里/小时来袭的敌机和导弹时，可为舰队提供约 20 分钟的预警时间。

#### 舰载预警机和战斗机升空

电子战飞机是重型航母的重要机种，每艘一般配备 3~4 架。其主要任务是随战斗机或攻击机一起编队出击，保障舰载航空兵及其突击兵力的作战，侦察和测定敌对空雷达和来袭导弹的方位、频率，并以主/被动方式实施电子压制和强电子干扰，瘫痪对方防空火力网或使攻击失效。

目前，只有美国航母配有专用电子战飞机（EA-6B），其它国家一般采取在战斗机和攻击机上加挂电子干扰吊舱的方法来实现电子干扰和压制。

#### 早期的舰载机在海战中发挥过哪些作用？

1914~1918 年的第一次世界大战，极大地促进了军事航空的发展。此间，飞机的性能有所提高，各种新型机载武器开始使用，并已具有初始作战能力。

1914 年 12 月 25 日，英国 3 艘航母上的 7 架水上飞机袭击了德国的飞艇基地，创造了世界上航母舰载机的第一个对陆攻击战例。1915 年 8 月 17 日，英国 1 架水上飞机从航母上起飞，将 1 艘货船击沉，创造了世界上第一个航母舰载机对海上目标进行攻击的战例。

1916 年 5 月 31 日，英国 1 艘航母上的武装侦察飞机参加了日德兰战役，又写下航母舰载机第一次参加海战的历史。1917 年 8 月 21 日，英国的 1 架“幼犬”式战斗机从航母上起飞，击落了 1 艘德国的 L-23 型飞艇，又成为世界上舰载机首次击落空中目标的一个战例。尽管航母舰载机有了一个良好的开端，但当时并没有为军界所重视，许多人认为用飞机作战是不可能的事，海上决定胜负的还要靠大舰和巨炮，所以舰载机只能担负一些侦察、护航和火炮校正等辅助任务，很少参加海战。

1919~1939 年的 20 年，是两次大战之间的一段休整和喘息时间，各国利用这段和平时期进行了裁军和军备控制，英、美、日、法、意五国还于 1922 年签署了华盛顿海军协定，限制了航空母舰的发展，所以此间舰载机的发展比较缓慢。

## 二次大战中航母舰载机是怎样主宰海上战场的？

1939~1945 年的第二次世界大战，使海军航空兵得以大显身手，在海战中发挥了极为重要的作用。到战争后期，美国海军已拥有 100 多艘航空母舰，28032 架舰载机；日本海军已拥有 18 艘航空母舰，10819 架舰载机；英国海军已拥有 53 艘航空母舰，1336 架飞机。战争期间，海军航空兵共出动 35 万架次，在被击沉的大型水面舰艇中，有 50% 以上是航母舰载机所为，“没有制空权就没有制海权”的理论就是在这种情况下产生的。

1939 年二战开始时，拥有 7 艘航空母舰的英国海军已在大西洋战争中崭露头角。

1940 年 4 月 13 日，英国一艘航母舰载机击沉一艘德国的“柯尼斯堡”号轻巡洋舰，创造了航母舰载机第一次击沉大型战舰的历史。1940 年 11 月 9 日，英国 20 余架飞机从 2 艘航母上起飞，突袭意大利塔兰托海军基地，击沉击伤 7 艘舰船和 1 个机场。1941 年 5 月 24 日至 26 日，英国航母舰载机又寻歼并击沉德国最新型的 4 万吨级巨型战列舰“俾斯麦”号。1941 年 12 月，英国开始进行护航战，大批舰载机用于控制制空权。

在太平洋战争中，由于日美海军势均力敌，各握有航母舰载机这个杀手锏，所以导致经久不息的太平洋海空大战，航母舰载机在战争中第一次成为舰队主力和对陆攻击的主要突击兵力。1941 年 12 月 7 日，日本以 6 艘航母的 423 架舰载机偷袭美国珍珠港海军基地，一个半小时内就击沉击伤美国舰艇 40 余艘，击毁飞机 420 余架，炸死炸伤 3615 人，成为海战史上航母编队对陆攻击规模最大、战果最显著的一个战例。

1942 年 5 月 3 日至 8 日，日本以 3 艘航母上的 125 架飞机与美国以 2 艘航母上的 141 架飞机在珊瑚海进行了海战史上第一次大规模航空母舰的海上决战，双方交战距离第一次超出了目视距离和 20 公里的大炮射程。1942 年 6

月3日至7日，日美航空母舰编队又在中途岛海域展开激战，美军几乎全歼日本舰队，击沉其4艘航母和所携的280架舰载机，击毁50余架飞机。1944年10月23日至26日，日本以116架舰载机和300架岸基飞机，美国以1000架舰载机和400架岸基飞机，在莱特湾决一死战。结果，日军参战的舰艇和飞机大部分被击毁，日海军航空兵被彻底消灭，直至战败投降。

### 战后以来舰载机参加过哪些作战行动？

战后以来，世界航母数量由战时的数百艘骤减至20余艘，且主要集中在美国，而拥有强大航母实力的美国又缺乏有力的海上对手，所以航母对航母的舰载机作战样式从未出现，此间，舰载航空兵的主要任务是沿袭二战的作战模式，夺取战区制海制空权并实施对陆攻击。

#### 美国海军 F-14 舰载战斗机

1950~1953年的朝鲜战争期间，美国第一次使用舰载喷气式飞机和直升机对朝内地和港口进行攻击和封锁；1964~1973年的越南战争中，美国先后动用20余艘航空母舰对越进行攻击，仅1965~1968年底就出动舰载机20万次；1982年4月2日至6月14日，英国以2艘航空母舰和140架舰载机及岸基飞机在马岛与阿根廷交战，有效地掌握了制空制海权；1986年3月23~26日，美国以3艘航母和250多架舰载机对利比亚发动突袭，摧毁其5个大型军政目标，炸毁其14架飞机和7个雷达站；1991年1月17日至2月28日的海湾战争中，美国先后出动9艘航母。

700余架舰载机，对伊拉克进行了海空封锁和攻击，有力地配合了空袭和地面战斗的进行。

### 舰载机是怎样从航空母舰上起飞的？

随着飞机飞行速度的不断提高，起飞滑跑的距离也有所增大，现代喷气式飞机一般需要2~3公里长的跑道才能起飞，这样一个机场的面积往往要达十几平方公里。为了能在海岛、狭小地域或被炸机场跑道上紧急起飞，国外自80年代以来研制了一些短距起飞的常规起降飞机，但滑跑距离仍在500~1000米左右。航空母舰的飞行甲板最长只有332米，一般只有200~260米左右，在这样短的距离内舰载常规起降飞机是怎样起飞的呢？这主要取决于特殊的设备：飞行甲板和弹射器。

早期的航母舰载机多采用水上飞机，飞机依靠浮筒在水面起飞和降落，航空母舰只是一个运载飞机的平台，主要靠起重机将飞机吊上吊下，一般每艘航母可搭载4~10架水上飞机。

1917年，英国用巡洋舰改装了世界上第一艘搭载常规起降飞机的航空母舰“暴怒”号。它的飞行甲板很特别，分为前后两部分，前面用于起飞，后面用于降落。随着舰载机体积、重量和速度的提高，这种首尾两段式飞行甲板很快被淘汰，继而于20年代末、30年代初出现了通长式飞行甲板，它是二次大战中各种航空母舰普遍采用的一种最为典型的飞行甲板。

50年代中期，航空母舰上开始采用斜、直两段式飞行甲板，这种甲板长约200~330米，宽约70~90米，总面积约1/4平方公里。斜直两段飞行甲



板分直通甲板和斜角甲板两部分，直通甲板设在舰的前部，是专门用来起飞飞机的跑道，称为起飞区，一般装有 1~2 部弹射器供弹射飞机使用。斜角甲板一般与舰身中心成  $11^{\circ} \sim 13^{\circ}$  角，是专供舰载机降落时用的，称为降落区。这种斜直两段式飞行甲板至今仍在使用。

早期的舰载机在航母上起飞时并不需要弹射器，而是在舰首搭一块长长的向水面倾斜的木板，借助于下冲的惯性而升空的。后来，逐步发展了一些弹射器，到一次世界大战时就已经使用了压缩空气式和甘油炸药式弹射器。之后，才相继出现了飞轮式和液压式弹射器。压缩空气式弹射器多用于弹射水上飞机，当时的舰载机大都是陆基起降的轻型轮式飞机，所以不用弹射靠滑道滑行起飞便可，1927 年，美国海军开始在“列克星敦”号航母上采用大型飞轮式弹射器，它长 47 米，宽 25 米，可弹射 5 吨重的飞机，给出 48 节的初速度。

1938 年，英国的“皇家方舟”号航母开始采用 2 台液压式弹射器。

1946 年，英国的“罗斯福”号航空母舰第一次携载一架 XFD-1“鬼怪”式喷气式飞机并进行了弹射试验。1951 年，英国终于在“英仙座”号航母上第一次正式装备了蒸汽弹射器，之后，各种大型航母纷纷效仿，至今仍在使用这种飞机弹射装备。

蒸汽弹射器实际上是一种活塞行程较长的往复式蒸汽机，它主要由动力源和把动力传输给飞机的装置组成。动力源是蒸汽室内所存储的大量蒸汽，动力传输装置包括往复车、活塞杆、拖索等。弹射时，飞机发动机启动，用拖索将舰载机钩住往复车，高压蒸汽充气后，活塞带动往复车和舰载机在滑槽内高速向前滑动，将飞机弹射出去。其原理和拉弓射箭差不多。目前，航空母舰上一般装有 3~4 部蒸汽弹射器，其长度约达 75~95 米，可弹射 20~33 吨重的各种舰载机，弹射速度为 1 架每分钟，紧急起飞时也可多架同时弹射起飞。

### 舰载机是怎样在航空母舰上降落的？

以高速飞行的飞机怎样才能准确地降落在航空母舰的飞行甲板上呢？这主要靠着舰阻拦装置。早期的螺旋桨飞机，由于飞行速度只有几百公里每小时，所以着舰时滑跑距离较短，冲力也较小。当时，为了拦阻降落的飞机，在飞行甲板上横放了许多道粗粗的绳索，在其两端系有沉重的沙袋，飞机尾钩只要钩住绳索，便可稳稳地着舰。

50 年代以后，喷气式飞机、特别是高超音速飞机上舰后，着舰的滑跑速度加快，前冲力增大，靠两端系有沙袋的绳索是无法吸收其动能而使之降落在飞行甲板上的，为此，又研制了一种复杂的液压传动系统，并仍在甲板上横着布放了 3~5 道阻拦索。这些阻拦索垂直于斜角甲板的中心线，自甲板尾端 60 米处开始，向舰首方向，每隔 14 米横设一根直径为 6.35 厘米的粗钢索，高度距甲板平面 50 厘米左右，索两端通过滑轮与甲板缓冲器相连。飞机着舰时，其尾钩伸出，只要钩住一根阻拦索，在前冲 60~70 米后即可停下。此外，还有一种阻拦网。阻拦网是一种飞机着舰的紧急阻拦装置，在飞机尾钩故障、燃油耗尽或战斗损伤等紧急迫降情况下使用。阻拦网一般设于第三道阻拦索处，高约 4.5 米，略宽于阻拦索，网由尼龙带编织而成，飞机撞网后可在 50 米左右距离内停下。

## 什么是军舰？

军舰是船舶的一种，是装有武器并在海洋上进行作战活动和勤务保障的海军舰艇。军用舰艇被认为是国家领土的一部分，在外国领海和内水中航行或停泊时享有外交特权与豁免。根据担负的任务不同，军舰一般可分为战斗舰艇、两栖舰艇和勤务舰船三大类。

战斗舰艇是一种具有直接作战能力的舰艇，其主要任务是担负海上机动作战，进行战略核突袭，保护己方和破坏敌方海上交通线，进行封锁反封锁和支援登陆抗登陆等战斗行动。战斗舰艇分水面舰艇和潜艇两类，水面舰艇包括：航空母舰、战列舰、巡洋舰、驱逐舰、护卫舰、护卫艇、鱼雷艇、导弹艇、猎潜艇、布雷舰、反水雷战舰艇等，两栖战舰艇有时也包括在内。潜艇主要有战略导弹潜艇和攻击型潜艇等。

两栖战舰艇是专门用于登陆作战的舰艇，主要任务是输送登陆兵、武器装备、物资车辆、登陆工具等进行登陆作战，主要分为：登陆舰艇、两栖攻击舰、登陆运输舰和登陆火力支援舰等。登陆舰艇一般具有在滩头进行抢滩登陆的能力，通常分登陆舰和登陆艇两种。登陆运输舰一般不具备抢滩登陆能力，主要任务是为登陆部队提供人员、武器、车辆、物资等各种装备。两栖攻击舰和轻型航空母舰差不多，主要用于垂直登陆和制空制海，也可运载登陆物资等。登陆运输舰是专门用于登陆作战指挥的一种大型舰艇。登陆火力支援舰是为实施登陆而进行预先火力准备或直接火力支援的一种舰艇，一般由战列舰等战斗舰艇兼任，很少专门建造。

### 日本海军八八舰队编队航行

勤务舰船是用于战斗保障、技术保障和后勤保障的舰船，亦称军辅船、辅助舰船和后勤支援舰船等，通常包括：军事运输舰船、航行补给舰船、维修供应舰船、医院船、防险救生舰船、试验船、通信舰船、训练舰船、工程船、海洋调查船、侦察船、布设舰船、海道测量船、破冰船、基地勤务舰船等。此类舰船最大达数万吨，航速 30 节以下，有的由大型商船改装而成。

区别军舰与民船的主要标志有三个：一是普遍装有武器。战斗舰艇上载有飞机、直升机，装有火炮、导弹、鱼雷、水雷和深水炸弹等；勤务舰船一般仅装有火炮等自卫武器。二是一般在舰体上涂有蓝灰色油漆，舰尾挂海军军旗，勤务舰船则挂国旗。三是桅杆上装有雷达、无线电、敌我识别器等天线。

## 早期的军舰是怎样发展起来的？

军舰的发展已有 3000 多年的历史，先后经过古代、近代和现代三大发展阶段。

古代战船是指 19 世纪初期以前漫长的发展阶段中所建造的各类战船，它大致可分为桨帆战船和风帆战船两个阶段。早期的战船是桨帆战船，公元前 1200 多年时，地中海沿岸国家就开始使用单层桨战船。公元前 800 年时开始在战船首部装上冲角，用以撞击敌船。公元前 700 年出现了二层桨战船，公元前 550 年出现了三层桨战船，后来又出现了四、五层桨的战船。三层桨战

船是早期较优良的战船，它长约 41 米，宽约 6 米，干舷高 2.4 米，吃水 1 米多，排水量约 100 吨，有 170 支桨分三层排列于两舷，载员约 200 人，划桨时可达 7 节航速，顺风可使帆，这种战船持续了十几个世纪。当时，战船只不过是运载士兵进行作战的平台而已，主要使用冷兵器、矢石等进行近距离接舷战和白刃格斗。公元前 549 年春秋时期中国开始出现战船，到公元 220~265 年的三国时期，仅吴国水师就有战船 5000 艘，大型楼船起楼 5 层，可载士卒 3000 人。公元 10 世纪初，中国战船开始装备火器，1274~1281 年元代水军两次攻击日本，战船上已装备铁火炮。公元 12 世纪至 14 世纪初，中国最早使用了金属管形火器铜火铳，从此开始了战船从冷兵器向金属管形火器过渡的时期。

桨帆战船为木质构造，船型狭长，底平，吃水浅，干舷低，靠人力划桨摇橹前进，顺风时可使帆，因此只能在沿岸和内河作战。15 世纪以后，随着造船技术的进步和火器、指南针等的装备使用，导致了远洋航海用风帆战船的出现。1405~1433 年，中国明代郑和率庞大船队七下西洋时，其“宝船”已有 137 米长，约 56 米宽，有 9 桅 12 帆，排水量达数千吨，是当时世界上最大的风帆战船。1488 年以后，英国才建造成功装有火炮的四桅战船和排水量达 1000 吨的战船。

1797 年美国造的风帆战船已达 1576 吨，可装 44 门火炮。18 世纪以后，风帆战船得以迅速发展，排水量不断增大，火炮口径和数量也日益增多。到 19 世纪，最大的风帆战船排水量已达 6000 吨，装大、中口径火炮 100 门以上。当时，按排水量大小和火炮多少将风帆战船分为六级：一至三级为战列舰，排水量 1000 吨以上，装火炮 70~120 门；第四、五级为巡洋舰，排水量 500~750 吨，装火炮 40~64 门；第六级为轻巡洋舰，排水量 300 吨，装 6~30 门火炮。风帆战船以风力为主要动力，船体为木质，结构较坚固，吃水深，干舷高，排水量大，航海性能好，能远离海岸到大洋作战，并能在相距几百米至几海里的距离上用火炮进行交战，这是早期桨帆战船力所不及的。

### 近、现代军舰的主要技术特征是什么？

19 世纪初军舰开始采用蒸汽机，这标志着舰船动力的第一次重大革命。

1815 年美国建成第一艘明轮蒸汽舰。1837 年螺旋桨发明并装舰使用后，把航速从几节一下子提高到十几节，使军舰第一次具备高速和良好的机动能力，可不受风向、风速、潮流的影响进行远洋作战。除蒸汽机外，舰炮也发生了一次革命。19 世纪 30 年代发明了爆炸弹，60 年代末出现了尾装线膛炮，使发射实心炮弹的前装式滑膛炮逐渐淘汰。火炮威力、数量和射程的提高，使舰艇防护力增强，出现了大型装甲战舰。1892 年英国造的“君主”号装甲舰就达 14150 吨，装甲厚度达 457 毫米，装有 342 毫米炮 4 门。另有中、小口径炮 34 门，航速 15.5 节。19 世纪下半叶，水雷和鱼雷开始用于海战并作为军舰的主要攻击武器后，于是 1877 年英国建成世界上第一艘鱼雷艇，以后便导致鱼雷艇驱逐舰、布扫雷艇的相继问世。

19 世纪后半叶另一项重大技术革命是造船材料的革命，即由传统的木质船体改为钢铁船体，从而使军舰吨位骤然增大，装甲更厚更加坚固，同时开始配备较好的观通导航设备，20 世纪初期，排水量 4 万吨左右的大型战列舰（装甲舰）和战列巡洋舰（装甲巡洋舰）开始装备使用，同时出现了水上飞

机母舰。第一次世界大战中，以战列舰、巡洋舰为主的大舰巨炮成为当时制海制胜的重要因素。两次大战之间，五个海军大国在华盛顿签订了为期十几年的华盛顿条约，一段时间内虽限制了大舰巨炮的发展，但却蕴酿了一场规模更大的造舰竞赛。条约一结束，各海军大国纷纷大力发展巨型战舰，最大的战列舰已造到近 7 万吨。第二次大战中，军舰的重大发展在于广泛装备了雷达、声纳、通信、导航等电子设备，同时确立了航空母舰的地位，并使潜艇兵力发挥了重要作用。应该说，只有二次大战才将海战空间从单一的海面海岸拓展到海空和水下，使海战第一次具备现代规模。

#### 美国海军“拉萨尔”号指挥舰

战后以来，随着高新技术的发展，军舰现代化水平有了很大提高，这主要表现在以下五个方面：一是核动力、燃气轮机和复合动力装置的采用，使航速、机动性和续航力有较大提高；二是造船技术有很大改进，军舰吨位越来越大，航空母舰已达 9 万吨，巡洋舰已达 3 万吨，驱逐舰已达 9000 吨，护卫舰已达 5000 吨；三是导弹武器的广泛装舰，使军舰具有防空、反舰、反潜等多种功能；四是电子装备的大量装备；大大提高了军舰的探测、信息处理和电子对抗能力；五是直升机的大量装舰也使军舰机动能力和反潜作战能力有极大的改善。

#### 什么是战列舰？

##### 美国海军“依阿华”级战列舰

战列舰是一种大型水面战斗舰艇，其主要攻击武器是大口径舰炮，其动力形式早期为风帆推进，19 世纪中期后改为蒸汽动力。战列舰的主要特点是：吨位大。是个庞然大物，在海上航行时俨然一座钢铁城堡，战列舰吨位最大的是日本的“大和”号和“武藏”号，达 69000 吨，航速快。一般航速可达 30~33 节，续航力为 10000~15000 海里，火力猛。战列舰一般装有 8~10 门主炮，口径 356~406 毫米，射程 20~25 海里。此外，还装有 12~20 门中口径副炮（口径 120~152 毫米）和 100 门左右小口径副炮（口径 75 毫米以下）；防护力强。战列舰是一种重装甲战舰，在水线以上的舰舷、甲板、炮塔、指挥塔等部位都装有装甲防护，一般为 150~400 毫米厚，个别部位达 400~500 毫米。

战列舰是海军舰队的主力战舰和核心兵力，其主要任务是使用舰炮在海上歼灭敌大型战斗舰艇，也可用来压制和摧毁敌岸基目标。在二次大战以前，战列舰曾作为海军之魂称雄于世长达 200 多年，主宰着世界海洋。当时，谁的军舰吨位大、舰炮多、口径大、火力猛、装甲厚，谁就能取得海上战斗的决定性胜利，因而作为海上堡垒的战列舰曾名噪一时，各海军大国推崇备至，多次掀起军备竞赛高潮。于是，战列舰越造越大、火炮越装越多、装甲越来越厚，“大舰巨炮”制胜论统治着海军的军备发展。

二次大战中及其之后，由于核动力、舰载机、导弹及电子装备的大量装备使用，使战列舰的优势所剩无几，很快处于从属地位，并被航空母舰所取代。战后以来，世界各国不再发展战列舰，因此，作为一个舰种它已基本消亡。

## 战列舰有哪些重大技术发展？

战列舰是装备多门大口径舰炮，具有很强的装甲防护，曾作为舰队主力在远洋作战的一种大型军舰。在海战中，通常列成单纵队战列线进行炮战，所以称为战列舰。在战列舰中，还有一种速度更快，但火炮威力较小，防护较弱的军舰，称为战列巡洋舰。此外，早期的战列舰也曾称作铁甲舰、装甲舰等。

战列舰的发展按技术进步划分，大致可分为两个阶段：风帆战列舰阶段和蒸汽战列舰阶段。17 世纪至 19 世纪中期，为风帆战列舰阶段。当时，战船都是木质船体，最大为三桅帆船，通常设 2~3 层甲板，两舷侧备开有若干小门，带有轮子的火炮置于甲板之上，通过舷侧门进行射击。

17 世纪，战列舰最大为 1750 吨，装有 80~100 门火炮，舰员 600~700 人。18 世纪，排水量增至 2000 吨以上，设三层甲板，装 120~140 门火炮。19 世纪中期，排水量已达 4000~5000 吨，装有 120~130 门火炮，成为帆船舰队中最人的战舰。当时战列舰上的火炮多为固定炮塔的滑膛炮，需从炮口装填实心炮弹，19 世纪初以后才改装从炮尾装填爆炸弹的火炮。由于炮塔不能旋转，所以作战时必须将战列舰一字排开，用舷侧数门舰炮进行射击。

蒸汽战列舰是 19 世纪中期以后发展起来的。18 世纪 60 年代，英国开始了产业革命，80 年代发明了蒸汽机，以后又逐步发明了船用螺旋桨、旋转炮塔线膛炮和钢铁装甲等，从而取代了装有固定炮塔、采用木质船体和风帆推进的战列舰。

1849 年，法国建成世界上第一艘蒸汽战列舰“拿破仑”号；1859 年，法国又造成世界上第一艘木壳装甲舰“光荣”号；1860 年，英国建成世界上第一艘铁壳装甲舰“勇士”号；1873 年，英国建成世界上第一艘完全去除风帆、采用蒸汽动力的“蹂躏”号铁壳装甲舰；1892 年，英国又建成世界上第一艘钢质装甲舰，至此，战列舰的发展趋于成熟，世界各国开始向大吨位、猛火力、重装甲、高航速方向发展。

## 早期的战列舰是怎样发展的？

1853~1856 年克里木战争以后，战列舰开始采用钢质船体，满载排水量从 10000 吨增至 12000 吨，主炮改用线膛炮，口径从 200 毫米增大到 300~350 毫米，装甲 230~450 毫米，航速达 16~17 节，舰炮威力、装甲防护力、航速和排水量被视为战列舰的四大要素。

1904~1905 年的日俄战争之后，大口径舰炮成为主要要素。

1906 年，英国造成当时最好的战列舰“无畏”号，它第一次不装副炮，而全部装 10 门大口径 300 毫米主炮，排水量达 17900 吨，航速第一次突破 21 节。“无畏”号很快成为各国发展的母型，并掀起了海军军备竞赛的高潮。当时，主炮口径已达 380 毫米，航速已达 23~26.5 节，排水量则达 22500 吨以上，从而导致“大舰巨炮”主义的出现。

1916 年第一次世界大战中的日德兰海战中，英德舰队展开了世界上第一次蒸汽战列舰大海战，双方投入主力舰达 68 艘。这次战斗使战列舰开始重视加强自身的集中防护问题，普遍加厚舰舷侧及甲板的装甲，同时提高航速。

## 什么是华盛顿海军裁军协议？

1921 年 11 月华盛顿海军裁军会议签订的《美英法意日五国关于限制海军军备条约》，规定主力舰的标准排水量不得超过 3.5 万吨，主炮口径不得超过 406 毫米，美英日法意五国所限定发展的主力舰艘数和总吨位分别为：18 艘，525850 吨；20 艘，558950 吨；10 艘，301320 吨；10 艘，221170 吨；10 艘，157500 吨。在条约的限制下，战列舰的发展冷落了十几年，英国建造的“纳尔逊”号也只有 3.5 万吨，配 3 座三联装 406 毫米前主炮。

华盛顿条约从 1922 年 1 月起生效，至 1931 年底到期，之后，五国又在伦敦举行会议，续约 5 年，故推至 1936 年年底。在该条约终止前，各海军大国提前几年进行了大型战列舰的秘密研制，从而为爆发第二次世界大战埋下了一个伏笔。条约失效后，意大利首先开工建造了 3 艘 41000 吨级的“威内托”级，装 3 座三联装 381 毫米主炮，航速 30 节。随即英美分别建造了 38000 吨级的“英王乔治五世”级和 37000 吨的“南达科他”级，分别装 2 座四联装 356 毫米主炮和 3 座三联装 406 毫米主炮，航速 27 和 28 节。法国建造了两艘 39000 吨级和 43000 吨级“里舍利厄”号和“让·巴尔”号。德国也建造了两艘 42000 吨级的“俾斯麦”号和“梯比兹”号。日本的野心最大，它秘密建造了世界上吨位最大的两艘巨舰“大和”号和“武藏”号，排水量高达 65000 吨，装 3 座三联装 406 毫米主炮，航速 27 节。

1943~1944 年间，二次大战即将结束之时，美国建成 4 艘 45000 吨级“依阿华”级战列舰，因而成为世界上最后一级战列舰，自此之后，战列舰舰种宣告消亡。

## 战后以来战列舰有哪些发展？

二次大战以后，德日意战败，战列舰丧失殆尽；英法因经济危机不再发展；美国大力发展航母，战列舰也停止建造。1949 年 3 月，除“密苏里”号战列舰暂留服役外，其余战列舰均封存起来，朝鲜战争中，由于要进行对岸轰击，又将“依阿华”级全部启封服役，但战后又觉没用，故于 1954 年又相继退役封存。1968 年侵越战争中，“新泽西”号启封参战，但很快又被封存。1979 年，里根炮制“600 艘海军舰艇计划”时，感到除 15 艘航母外，还缺少核心战舰，遂又将 4 艘战列舰全部启封服役，并进行了大规模现代化改装，装了 8 座四联装“战斧”巡航导弹发射装置，4 座四联装“鱼叉”导弹发射装置，4 座近防武器系统，保留了 3 座三联装 406 毫米主炮和 6 座双联装 127 毫米副炮，4 艘舰仅改装费就花了 17 亿美元。“依阿华”级舰是世界上装甲最厚的军舰，其舷部装甲 307 毫米，主甲板 153 毫米，炮塔 184~440 毫米，指挥塔近 500 毫米，而一般现代大中型舰艇装甲只有 14~20 毫米，护卫舰以下只有 10 毫米。目前，“依阿华”级战列舰已开始退役，预计到 90 年代中后期将全部退役。

## 战列舰在一次大战中发挥过什么作用？

战列舰是以大口径舰炮为主要武器的大型水面战舰，它是随 17 世纪火炮

在风帆战舰上的广泛应用而诞生的。当时，战列舰参加的规模最大的一次战役是 1805 年的特拉法尔加角海战，英国舰队和法-西联合舰队共投入战列舰 60 艘。使蒸汽战列舰第一次进行大规模海战还是 1916 年 5 月 31 日至 6 月 1 日在丹麦日德兰半岛西北海域展开的日德兰海战。当时，英国参战舰艇 148 艘，计 84 万吨，德国参战舰艇 99 艘，计 48 万吨，战争中，英国有 3 艘战列舰被击沉，1 艘旗舰遭重创；德国 5 艘战列舰受伤，2 艘沉没。这次战争进一步确立了“大舰巨炮”主义理论，使各国海军更加重视发展以战列舰为核心、以大口径舰炮为主要突击兵器的海上舰队。

### 战列舰在二次大战中及战后发挥过哪些作用？

1941 年 5 月 24 日，德国战列舰“俾斯麦”号击沉英国 48360 吨级的最大战列舰“胡德”号和另一艘战列舰“威尔斯亲王”号，于是，招致英国 40 余艘舰艇的海空大围歼。“俾斯麦”号终于在 5 月 26 日被英国“皇家方舟”号航空母舰上的攻击机投放的鱼雷命中舵机，次日又遭两艘战列舰围歼，接着又被英巡洋舰发射的 3 枚鱼雷所击中，沉入海底。“俾斯麦”号的沉没证明战列舰时代正面临航空母舰挑战的第一个强有力的信号。

1941 年 12 月 8 日，太平洋战争爆发。日出动 6 艘航母上的 354 架舰载机偷袭珍珠港，炸毁美 40 余艘舰艇，几乎全歼太平洋舰队主力——8 艘战列舰（5 艘沉没，3 艘重创）。这次战斗，充分说明“大舰巨炮”主义已经过时，航空母舰和舰载机已成为战列舰的强劲对手。于是，美国在太平洋战争中大造航母，三年零八个月中就有 120 艘航母服役。

1944 年 10 月 24 日，日本“武藏”号出航还不到 3 天，1945 年 4 月 7 日，日本联合舰队司令山本五十六的旗舰、世界上最大的 69100 吨级庞大巨舰“大和”号出航还不到 1 天，就被美军舰载机炸沉，至此，战列舰已彻底丧失了它的霸主地位，失去了昔日的雄风。

1945 年太平洋战争末期，美国“密苏里”号战列舰在硫磺岛登陆、冲绳登陆和袭击日本本土作战中，担负过对岸轰击和火力支援任务，并于 1945 年 9 月 2 日在舰上奉行了具有历史意义的受降仪式。当时，美方参加受降仪式的有太平洋战区总司令兼太平洋舰队司令尼米兹上将和盟军最高司令官麦克阿瑟陆军上将，日方参加仪式的有外相重光葵等 11 人，美、中、英、苏等同盟国代表和其它国家的代表参加了受降仪式。

战后以来，“依阿华”级战列舰在侵朝战争、侵越战争、海湾冲突及海湾战争中都发挥了重要作用，特别是在海湾战争中，以 2 艘战列舰为核心的水面战斗群部署于波斯湾内，对伊拉克前沿阵地和岸基设施进行了猛烈轰击，同时，还发射“战斧”巡航导弹对 1300 公里处的内陆目标进行了纵深攻击。

### 什么是巡洋舰？

巡洋舰是一种人力强、用途多，主要在远洋活动的大型舰艇。它是伴随着战列舰的发展而发展，随着战列舰的消亡而衰退的一个古老舰种。巡洋舰装备有较强的攻防武器系统，具有较高的航速、较大的续航力和适航性，能在恶劣的气象条件下长时间进行远洋作战。其主要任务是：为航空母舰和战列舰护航，以巡洋舰为核心组成强大的海上编队，保卫海上交通线，攻击敌

水面舰艇、潜艇和岸上目标，进行防空和反导作战，登陆作战时进行火力支援等。

## 美国海军“提康德罗加”级导弹巡洋舰

### 巡洋舰是怎样发展起来的？

巡洋舰是海军中较老的一个舰种，差不多与战列舰同时诞生和发展，并经历了与战列舰相同的兴衰阶段，所不同的是战列舰已被淘汰，而巡洋舰仍作为一个舰种存在，不过，正在被驱逐舰同化，大有被取而代之的趋势。

早在 17～18 世纪的帆船时代，巡洋舰是指那些装备火炮较少、口径较小、一般不直接参与战列线战斗，而主要执行巡逻及护航任务的快速炮船。

1861 年美国南北战争时期，南军用 13 艘称为巡洋舰的武装船破坏北军的海上交通运输线，并袭击其商船队。当时最好的巡洋舰是英国造的“阿拉巴马”号，它是一艘多桅帆船，并装有蒸汽机，用螺旋桨进行辅助推进，排水量 1040 吨。

19 世纪末，随着战列舰的崛起，作为执行护卫任务的巡洋舰也得到了迅速发展，成为海军大同不可缺少的一大舰种。当时发展的巡洋舰主要是装甲巡洋舰和水平装甲巡洋舰。

第一次世界大战期间，巡洋舰发展速度加快，质量有明显提高，出现了满载排水量 3000～4000 吨级的巡洋舰，动力装置以蒸汽轮机为主，以燃油代替燃煤，航速由 25 节增至 30 节，续航力增大，舰炮多为 127～152 毫米口径，个别达 190 毫米，已具备压制敌驱逐舰，引导和支援己方海上兵力进行作战的能力。此外，战争中还用快速商船改装了一批辅助巡洋舰，装备一定数量的舰炮、鱼雷和水雷等，以弥补巡洋舰数量的不足。甚至在战后一段时间内，各国建造的大型商船还预留炮座，以备紧急改装成巡洋舰。

1922 年，英、美、日、法、意五国签定的为期 10 年的华盛顿条约，对战列舰的威力、吨位和数量等都进行了严格的限制。这样一来，各海军大国很自然地就转到标准排水量 1 万吨以下、火炮口径 203 毫米以下的巡洋舰上来。于是，巡洋舰向重、轻两个方向迅速拓展。

1930 年，上述五国又在伦敦签署了将华盛顿条约延期 5 年的新条约，并对巡洋舰的数量进行了限制。当时，重巡洋舰主炮口径 203 毫米以下，轻巡洋舰主炮口径 152 毫米以下，为了既不违反条约规定，又能迅速扩充实力，备签约国都搞了许多小动作。英国建造的所谓条约型巡洋舰完全按 190 毫米炮设计，可均先装 152 毫米炮以使之成为轻巡洋舰，以待条约失效后迅速改装大口径炮。日本建造的轻巡洋舰也是这样，虽按 5 座双联装 203 毫米炮设计，但装 5 座三联装 155 毫米主炮，以掩人耳目。结果，在二战前很快就换装了 203 毫米炮。当时的巡洋舰普遍装备水上飞机，一般每舰载 2 架左右，个别可载 4 架。

第二次世界大战中，受大舰巨炮制胜论的影响，巡洋舰继续向大吨位、大威力和高航速方向发展。美国建造的“巴尔的摩”级重巡洋舰排水量 14000 吨，装有 3 座三联装 203 毫米主炮；“阿拉斯加”级重巡洋舰排水量则达 30000 吨，装有 3 座三联装 304 毫米大口径舰炮。



## 二次大战以前巡洋舰有哪些重大技术改进？

二次大战以前，巡洋舰和战列舰一样，也曾是以大口径舰炮为主要作战兵器的一种大型水面舰艇，当时，曾与战列舰一起成为海上堡垒，称雄于世。根据舰炮的数量和口径，曾把巡洋舰分为二种类型：一种是重巡洋舰，它装有 8~9 门主炮，口径在 203 毫米以上、分装在 3~4 座炮塔中，射程 20 海里左右，主要用以消灭敌巡洋舰和攻击岸上目标。此外，还装有 10~16 门副炮，口径在 130 毫米以下，多为高平两用，同时，还有数十门自动炮，用于抗击小型舰艇和飞机的来袭。有的还装有 3~4 架水上飞机，用以校正舰炮射击和进行侦察。重巡洋舰设有装甲，垂直装甲厚约 76~203 毫米，水平装甲厚约 51~127 毫米。这种巡洋舰排水量 2~4 万吨，航速 32~34 节，续航力 1 万海里以上，能与战列舰、航空母舰在远洋协同作战。

轻巡洋舰排水量 1 万吨左右，航速 35 节，续航力 1 万海里，具有与大型舰艇在远洋协同作战的能力。轻巡洋舰主炮口径在 152 毫米以下，装有 6~12 门主炮，其作用是攻击轻型舰艇和陆上目标。有的装 127~133 毫米舰炮，用于对空防御和攻击小艇。副炮一般有 8~12 门，口径 88~127 毫米，另配有几十门小口径炮。此外，还配有鱼、水雷和深水炸弹等，一般装 2 座三至五联装鱼雷发射管，携水雷量多达 80~100 枚，还可携 2~4 架水上飞机用于侦察。轻巡洋舰的装甲厚约 51~127 毫米。

辅助巡洋舰是战争期间由快速商船和辅助舰船改装而成的，排水量几千至上万吨，航速 20 节左右。舰上主要武器是舰炮，口径在 152 毫米以下，还有一定数量的自动炮。

## 战后以来巡洋舰有哪些重大发展？

战后以来建造的巡洋舰可分为重、轻型或大、中型两类，所谓重型巡洋舰，其排水量为1~3万吨，多为核动力推进，主要武器是巡航导弹、区域防空导弹、反潜导弹、反潜鱼雷和直升机等。这类巡洋舰主要用于为航母护航或自行编成，进行远洋作战。轻型巡洋舰排水量在1万吨以下，武器和重型巡洋舰差不多，主要区别是采用常规动力推进，舰型及总布置接近于驱逐舰。其主要使命也是护航，有时也作为编队指挥舰进行编成。

随着核动力、导弹武器和电子装备的大量装舰使用，使传统的巡洋舰概念产生了根本的变化，那种以大口径舰炮为主的高速战舰已很少存在，人们不再追求过高的航速，而是在武器和电子装备上进行努力。于是，这个时期巡洋舰的发展出现了三大流派一是美国派，它仍然坚持巡洋舰以护卫、巡逻、警戒为主的原则，重点发展为航母护航的防空型巡洋舰。为了增大续航力，在战后建造的8级巡洋舰中，有5级采用了核动力；为了提高编队的区域防空能力，还专门发展了一型非常著名的“提康德罗加”级巡洋舰；为了加强舰队的对地和对海攻击能力，还在巡洋舰上普遍装备了“战斧”巡航导弹，在海湾战争中，一艘巡洋舰就携带了100多枚；为了反潜作战，巡洋舰还普遍装备了反潜直升机、鱼雷和反潜导弹。

二是前苏联派，它发展巡洋舰的目的不是为大舰护航，主要是以其形成海上编队，进行攻防作战。前苏联建造的“基洛夫”级核动力导弹巡洋舰是世界上最大的巡洋舰，排水量达28000吨；它也是世界上第一艘采用导弹垂直发射装置的舰艇。该舰装有250多枚防空、反舰和反潜导弹，还可携之架直升机，因而成为世界上火力最猛的一型巡洋舰。

三是以其它西方国家和第三世界国家为主的流派，它们认为既然巡洋舰、驱逐舰和护卫舰装备的武器相同，采用的动力相仿，电子装备和舰体结构也十分雷同，又有什么必要专门发展一型巡洋舰呢？所以，这些国家不再发展巡洋舰，而主要发展驱、护舰艇。

### 前苏联“基洛夫”号核动力导弹巡洋舰

## 什么是驱逐舰？

驱逐舰是以导弹、鱼雷、水雷及舰炮为主要武器，具有多种作战能力的中型水面舰艇，是海军的传统舰种之一，也是海军装备数量较多、参战机会最多的一种舰艇。现代驱逐舰的排水量为2000~8500吨，多数在3000吨左右，航速30~38节。武器装备以导弹为主，并配载直升机，其使命任务多种多样，有综合型，也有单一用途型。综合型一般能执行防空、反潜和反舰等各种任务，而单一防空型则配以较强的舰空导弹和舰炮武器，以及较先进的对空警戒及侦察设备，主要担负舰艇编队内的区域防空任务。单一反潜型驱逐舰则配有较先进的反潜探测及攻击设备，并载有1~3架直升机，主要担负舰艇编队的反潜作战任务。单一反舰型驱逐舰还配有较强的反舰导弹、对地攻击导弹和舰炮，主要担负对水面舰船及岸基目标的攻击任务。因此，驱逐舰是一种能执行防空、反潜、反舰、对地攻击、护航、侦察、巡逻、警戒、布雷、支援等多种作战任务的一种舰艇。

驱逐舰本身的定义及概念近百年来发生了重大变化。19 世纪中期以后，人们把装有鱼雷的 400 ~ 1500 吨级舰艇叫做雷击舰；1893 年英国建成“汉科克”号之后，又将其称为鱼雷艇驱逐舰，这便是第一次出现驱逐舰的概念；第一次世界大战中，英国建成能率驱逐舰群进行作战的驱逐领舰，结果到 60 年代这一名称又被废弃，就连美国建造的第一艘核动力驱逐领舰“班布里奇”号也不得不改称为巡洋舰；战后以来，由于导弹武器广泛装舰，又出现了导弹驱逐舰的概念。

## 中国台湾国民党海军“正阳”号导弹驱逐舰

### 早期的驱逐舰是怎样发展起来的？

驱逐舰是一种历史悠久、用途广泛的中型水面舰艇，它的早期发展经历了两个阶段。

第一阶段是初始发展阶段。19 世纪 60 年代以前，人们发明了一种用水雷作为攻击武器的舰艇，称作水雷艇。这种艇将水雷或炸药捆绑在长长的撑竿上或拖曳于艇后，以触及敌舰使之重创或沉没。

1868 年世界上第一枚鱼雷问世之后，便很快装艇使用，因而出现了小轻快猛的鱼雷艇，对大型军舰形成了很大的威胁。到 1890 年，世界主要海军国家已建成 800 余艘鱼雷艇，这迫使大国海军必须认真考虑对策。于是，英国于 1893 年建成世界上第一批远洋鱼雷艇。这种艇分别命名为“汉科克”号和“霍纳脱”号（又分别译为“哈沃克”号和“大黄蜂”号），排水量 240 吨，航速 27 节，舰上装有 3 座鱼雷发射管和 4 门舰炮，是当时最快的战舰。这种鱼雷艇的克星曾称作鱼雷艇驱逐舰，有的还称作雷击舰或驱击舰，但比较一致的称呼还是叫做驱逐舰。

第二阶段是发展阶段。最早的驱逐舰是以蒸汽机为动力的，它体积大，效率低，机动性差，攻击能力弱，所以到 1899 年就被蒸汽轮机所取代，使航速提高到 30 节用排水量增至 1000 多吨。当时，驱逐舰已具备了随舰队远洋作战的能力，所以，在 1905 年的对马海战中，日本驱逐舰使用鱼雷击沉俄国 4 艘军舰。在第一次世界大战中，驱逐舰已成为舰队的重要作战力量，所以当时又将驱逐舰称为舰队驱逐舰。两次世界大战期间，五国海军于 1922 年签订的华盛顿条约，对航空母舰、战列舰及重巡洋舰的吨位和数量进行了限制，从而为驱逐舰的发展提供了时机，导致驱逐舰越造越大，航速越来越快。二次大战前，驱逐舰排水量增至 2000 吨左右，到大战结束时，已达 3500 吨左右。航速也相应增至 35 ~ 40 节，成为最快的战斗舰艇。驱逐舰的武器装备也逐渐增强，鱼雷发射管由单管发展为双联，甚至五联装，舰炮由 1 ~ 2 门 75 毫米炮增至 3 ~ 6 门 130 毫米炮，作战威力有很大提高。二次大战中，各参战国投入的驱逐舰总数达 1800 艘之多，主要担负反潜、防空、护航、侦察、鱼雷攻击和火力支援等任务，成为海上多面手。

### 战后以来驱逐舰有哪些主要特点？

战后以来，随着科学技术的不断进步，驱逐舰的传统概念已发生了巨大变化，其主要特点是：吨位增大。由二战末期的 3500 吨增至 8500 吨，一般

均保持在 5000 吨左右，这样一来就和轻巡洋舰没有什么大的区别了；动力装置更新。

1962 年，美国建造的世界上第一艘核动力驱逐舰“班布里奇”号服役，它的核动力装置可确保该舰绕地球航行 16 圈而不用更换燃料。此外，燃气轮机和各种复合动力装置也应运而生，使驱逐舰的加速性和续航力有很大改善；武器配备多样化。驱逐舰一改过去那种以鱼雷和火炮为主的状况，转入以导弹为主的配置模式，除装备舰空导弹、舰舰导弹和反潜导弹外，还装备对地攻击的“战斧”巡航导弹和高性能反潜自导鱼雷；广泛携带直升机。现代驱逐舰一般可携 1~2 架直升机，个别能携 3 架直升机，其主要作用是反潜作战。

## 二次大战前护卫舰有哪些重大发展？

护卫舰是以导弹、火炮和反潜鱼雷等为主要武器的轻型水面战斗舰艇，其主要任务是为舰艇编队担负反潜、护航、近海巡逻、警戒、侦察及登陆支援作战等任务。护卫舰和战列舰、巡洋舰、驱逐舰一样，也是一个传统的海军舰种，是世界各国建造数量最多、分布最广、参战机会最多的一种中型水面舰艇。

### 美国“斯普鲁恩斯”级驱逐舰

早在 16~17 世纪，人们就把三桅武装帆船称为护卫舰。18 世纪，法国建造了双层甲板的三桅轻型护卫舰；英国建造了第一艘排水量 671 吨的“南安普敦”号护卫舰，装备火炮 32 门；美国建造了第一艘护卫舰“合众国”号，装火炮 74 门。19 世纪中期以后，蒸汽机开始装舰使用，使护卫舰的排水量有所增大，航速也有很大提高。

第一次世界大战期间，德国潜艇横行海上，对协约国舰船形成严重威胁。为了保护海上交通线的安全，英、法、俄、美等国开始大批量建造护卫舰，为海上运输船队护航，当时英国建造的护卫舰已达 1000 吨以上，航速 16 节，具有较强的远洋作战能力。

第二次世界大战期间，德国潜艇采取“狼群”战术，又使盟国舰船连连受挫，为了保卫海上交通线畅通无阻，各国海军又开始大力发展护卫舰，战争中共建 2000 余艘，其中仅美国就建造了 565 艘，英、美、法、德、意五国建造的护卫舰就达 1300 艘。英国护卫舰当时已达 1500 余吨，航速 18~20 节，具有较强的防空和反潜能力，续航力也有很大提高。

## 战后以来护卫舰有哪些重大发展？

二次大战以后，护卫舰除主要为大型舰艇护航外，绝大多数国家都用于近海警戒、巡逻或护渔护航。

70 年代以后，护卫舰开始装备导弹和直升机，因此出现了导弹护卫舰的概念。同时，为了满足第三世界国家 200 海里经济区内护渔护航及巡逻警戒的需求，还发展了一种小型护卫舰，排水量在 1000 吨左右，武器以导弹为主。此外，还有一种吨位更小，通常只有几十至几百吨的护卫艇，用于沿海或江河巡逻警戒。

### 英国 23 型护卫舰

现代导弹护卫舰是一种能够在远洋机动作战的中型舰艇，满载排水量一般为 2000～4000 吨，个别已达 4900 吨，航速 30～35 节，续航力 4000～7500 海里。主要武器是导弹、鱼雷、火炮等，一般均可携 1～2 架反潜直升机。根据武器配备情况及所执行任务的不同，护卫舰可分为多种类型，如防空型、反潜型、反舰型等。目前世界上最大的护卫舰是英国的 22 型“大刀”级护卫舰的第 3 批舰，达 4900 吨，比一般驱逐舰还要大。“大刀”级装有 8 枚“鱼叉”反舰导弹、1 座 115 毫米主炮、4 座 30 毫米防空炮和 1 套“守门员”近防武器系统。此外，还装有 2 座六联装“海狼”舰空导弹发射装置、2 座三联装反潜鱼雷发射管和 2 架“海王”反潜直升机。

### 什么是两栖攻击舰？

两栖攻击舰是一种用于运载登陆兵、武器装备、物资车辆、直升机等进行登陆的两栖作战舰艇，是本世纪 50 年代以后发展起来的一个新舰种，主要分攻击型两栖直升机母舰和通用两栖攻击舰两大类。

攻击型两栖直升机母舰，亦称直升机登陆运输舰或直升机母舰，是一种排水量在万吨以上的大型水面舰艇，设有高干舷和岛式上层建筑及通长式飞行甲板，能携带 20 余架直升机或垂直/短距起降飞机，可装载登陆车辆及物资。置于机库和车库中的直升机和车辆，可由升降机转运至飞行甲板，再由直升机进行吊运。这种舰艇的最大特点就是使用直升机输送登陆兵、车辆或物资进行快速垂直登陆，在敌纵深地带开辟登陆场，以实现现代登陆作战的突然性、快速性和机动性。美国海军 1961～1970 年服役的 7 艘“硫磺岛”级是较典型的攻击型两栖直升机母舰，其满载排水量 18000 吨，舰员 686 人，可运载兵员 1746 人和 1500 吨燃料，可携 20 架 CH-46D/E 型直升机，还可载 4 架 Av-8B 鹞”式垂直/短距起降飞机。

除“硫磺岛”级外，还有一级世界上最大的通用型两栖攻击舰“塔拉瓦”级，它于 1971～1980 年服役，共建 5 艘，是一种综合多用途大型两栖舰艇，具有两栖攻击舰、船坞登陆舰和登陆运输舰的各种功能。该舰吨位很大，和一艘中型航空母舰差不多，其满载排水量 39300 吨，舰长 250 米，宽 32 米，航速 24 节，可载登陆兵 1703 人或装甲人员登陆车 45 辆，可起降 9 架 CH-53D、12 架 CH-46D/E 和 6 架 Av-8B 直升机或垂直起降飞机。

### 美国“黄蜂”级两栖攻击舰

### 什么是登陆舰？

登陆舰艇是运送登陆兵、武器装备及物资车辆在敌岸滩头直接登陆的一种舰艇，通常分为登陆舰和登陆艇，500 吨以上为舰，500 吨以下为艇。

登陆舰主要是坦克登陆舰，分大型和中型两种，简称大登和中登。大型登陆舰满载排水量 2000～10000 吨，续航力 3000 海里以上，能装载坦克 10～20 辆和登陆兵数百名。中型登陆舰满载排水量 600～1000 吨，续航力 1000 海里以上，能装载数辆坦克和数十名登陆兵。登陆舰可运送大量重型装备直

接上陆，是进行由岸到岸登陆作战的主要舰种。

登陆舰设有装载舱，舰首有首门和吊桥，舰体触及海滩后，坦克和登陆兵便通过舰首首门和吊桥抢滩登陆。世界上第一艘登陆舰是英国在二次大战中用油轮改装的，1940 年英国建成大型登陆舰，美国也相继建成大、中型登陆舰 1500 余艘。战后美国于 1969~1972 年建造的“新港”级是一级典型的登陆舰，满载排水量 8450 吨，航速 20 节，可载登陆兵 400 人、物资 500 吨或坦克车辆等。

### 美国海军“惠德贝岛”级船坞登陆舰

#### 什么是登陆艇？

登陆艇按装载对象分为步兵登陆艇、车辆登陆艇和坦克登陆艇等，按排水量可分为小型、中型和大型三种。小型登陆艇满载排水量 10~20 吨，续航力约 100 海里，能装载 30 余名登陆兵或 3 吨左右物资；中型登陆艇满载排水量 50~100 吨，续航力 100~200 海里，能装载 1 辆坦克或 200 名登陆兵或数十吨物资；大型登陆艇满载排水量 200~500 吨，续航力约 1000 海里，能装载 3~5 辆坦克、数百名登陆兵或 100~300 吨物资。登陆艇出现于二次大战前，战争中得以迅速发展，美、英、日等国建造 10 万余艘。本世纪 70 年代以后开始装备气垫登陆艇，目前美苏都重点发展这种装备，其中前苏联的“天鹅”级气垫登陆艇重 87 吨，航速 55 节，可载 2 辆轻型坦克、40 吨货物或 120 名登陆兵。“鹤”级气垫登陆艇重 250 吨，航速 65 节，能载 4 辆轻型坦克和 50 名登陆兵。

### 美国海军 LCAC-1 型气垫登陆艇抢滩登陆

#### 什么是全垫升式气垫船？

气垫船和普通排水型舰船不同，它是利用高于大气压的空气在船底与水面或地面之间形成气垫，使船体全部或大部垫升而高速航行的一种高性能船。船上装有大功率风机，能够将压缩空气压入船底，由船底周围的柔性围裙或刚性侧壁等气封装置，将压缩空气限制在船底与水面或地面的空间内，将船垫升起来。按气封装置的不同，可分为全垫升式气垫船和侧壁式气垫船两类。

全垫升式气垫船在船底周围装有柔性围裙封住气垫，将船体全部托离水面或地面，然后用空气螺旋桨推进，靠空气舵来操纵。这种气垫船一般总重 10~300 吨，航速 50~70 节，最大续航力 700 海里。全垫升式气垫船具有良好的两栖性，既可在水上航行，也可在沼泽、冰雪和沙漠地域运行，并具有一定的跨壕越障能力。

### 美国海军 LCAC-24 型全垫升式气垫船

因此，可广泛用于扫雷、登陆和海上攻击等。全垫升式气垫船因船体托离水面，本身不会受到鱼雷、水雷等水中兵器的威胁，因此特别适合扫、猎雷作业。用这种气垫原理制造的气垫扫雷艇能顺利通过雷区，并能携带多种

扫雷用具进行扫雷作业；气垫猎雷艇带有可收放式猎雷声纳和猎雷具时，能顺利地搜索和识别水下雷体，并能携带灭雷炸药等进行灭雷作业。此外，还可雨气垫布雷艇进行布雷，有的一次可连续布放 100 多枚水雷。在登陆作战时，气垫登陆艇可以由船坞登陆舰等携载至换乘点，运载登陆兵、车辆或物资以较高的速度抢滩登陆，上陆后，还可在沼泽、泥泞地段运行。全垫升式气垫船还可作为近海巡逻艇、导弹发射艇等。

### 什么是侧壁式气垫船？

侧壁式气垫船在两舷装有刚性侧壁，它直接插入水中，并与船尾柔性围裙一起形成气封，以产生气垫将船体托离水面。这种气垫船和全垫升式气垫船最大的一个区别是用水下螺旋桨或喷水推进器推进。它虽不具有两栖性，但气垫中的压缩空气外逸较少，可节省气垫功率，有利于向大型化发展。一般总重 14～200 吨，航速 20～90 节，最大续航力 1500 海里。目前设计方案最大的可达 3000 吨，拟用作护卫舰。侧壁式气垫船的军事潜力很大，非常适宜向大、中型舰艇发展，预计将建造侧壁式气垫航空母舰、驱逐舰、护卫舰和猎潜艇等。

### 美国海军侧壁式气垫船构想图

### 什么是反水雷舰艇？

反水雷舰艇是使用扫雷、猎雷设备搜索和排除水雷，或直接依靠舰体引爆水雷的一种舰艇，通常包括扫雷舰艇和猎雷舰艇等。

扫雷舰艇是使用扫雷具搜索和排除水雷的一种反水雷舰艇，主要用于扫除基地、港口、航道等水域的水雷。其主要使命是开辟雷区航道，在舰船编队航行中担任导航扫雷，在登陆作战中担任敌前扫雷。此外，还可担负巡逻、护航、警戒、布雷和反潜等任务。按排水量和使命任务，扫雷舰艇可分为舰队扫雷舰、基地扫雷舰、港湾扫雷艇和扫雷母舰等。

舰队扫雷舰又称大型扫雷舰或远洋扫雷舰，排水量 600～1000 吨，航速约 18 节，装有各种大型扫雷探雷设备，可扫除 50～100 米水深的水雷，因其续航力大、适航性好、拖力强，故主要用于舰艇编队和运输船队航行间的导航扫雷。基地扫雷舰又称中型扫雷舰或沿海扫雷舰，排水量 500～600 吨，航速 15 节左右，可扫除 30～50 米水深的水雷。港湾扫雷艇，又称小型扫雷艇，有拖曳式和艇具合一的遥控扫雷等艇型，排水量 200 吨以下，航速 12～24 节，可扫除 30 米水深浅水区的水雷。扫雷母舰排水量较大，可达数千吨，包括扫雷供应母舰、舰载扫雷小艇母舰和直升机扫雷母舰等。

猎雷舰艇是用于搜索、测定并摧毁水雷的一种反水雷舰艇，一般分远洋猎雷舰和近海猎雷舰。远洋猎雷舰也叫大型猎雷舰，排水量 500～1000 吨；近海猎雷舰也叫小型猎雷舰，排水量 400～500 吨。这种舰艇航速 20 节左右，多为玻璃钢船体，具有良好的防磁和抗冲击性能，舰上装有导航定位系统、探雷声纳和电视摄像系统，以及遥控灭雷具、可变螺距螺旋桨操舵系统等。

### 澳大利亚海军的“海湾”级双体猎雷艇

## 什么是导弹艇？

导弹艇是以反舰导弹为主要武器的小型高速水面战斗舰艇。主要用于近岸海区作战，在其它兵力的协同下，以编队或单艇对敌大、中型水面舰艇实施导弹攻击，也可用于巡逻、警戒、反潜和布雷等。导弹艇有滑艇、半滑艇、水翼艇和排水型艇四种艇型。大型导弹艇满载排水量 300~500 吨，中、小型导弹艇在 300 吨以下，航速 30~40 节，水翼艇可达 50 节，续航力 1000~3000 海里，装备反舰导弹 2~8 枚。

导弹艇是一个年轻的舰种，本世纪 50 年代末期才刚刚发展起来，当时，前苏联把刚刚研制成功的“冥河”反舰导弹装到 P6 级鱼雷艇上，便成为世界上第一艘导弹艇“蚊子”号。该艇长 25.5 米，满载排水量 75 吨，航速 38 节，装 2 枚导弹。1967 年 6 月第三次中东战争爆发后，埃及海军于 10 月 21 日用“蚊子”级导弹艇发射“冥河”反舰导弹，一举击沉以色列“埃拉特”号驱逐舰，成为世界海战史上第一个导弹打军舰的战例。

### 前苏联海军“黄蜂”级导弹艇

75 吨的导弹艇一举击沉比其大 30 倍的驱逐舰一时震惊四方，各国纷纷研究导弹装舰问题，自此开创了导弹舰艇的一个新时代。为报昔日一箭之仇，以色列发展了几型较为优良的导弹艇，其中较为有名的是“萨尔”级艇，它排水量 250 吨，但可装 6~8 枚反舰导弹，在 1973 年 10 月 6 日的第四次中东战争中，它出奇制胜，击沉埃叙海军 12 艘导弹艇。后来，“萨尔”4.5 级导弹艇几番改进，成为最优良的艇之一，满载排水量已达 488 吨，为世界导弹艇之最。它除装 8 枚反舰导弹之外，还可携 1 架直升机，这也是少有的。

导弹艇是一支重要的近海突击兵力，它速度快、机动性好，可迅速组成具有强大突击威力的各种艇群，对敌大、中型水面舰艇进行突然性饱和攻击；它体积小，吃水浅，便于依托各类港湾和洞库进行隐蔽驻泊；它装备简单，建造周期短，配员少，形成战斗力快，造价低廉，易于大批量生产。从其发展来看，导弹艇仍方兴未艾，有着较大的发展前景和潜力，吨位将继续增大，载弹量将增多，航速和机动性也将有所提高。

## 二次大战前鱼雷艇有哪些重大发展？

鱼雷艇是以鱼雷为主要武器的小型高速水面战斗舰艇，主要用于在近岸海区与其它兵力协同作战，以编队对敌大、中型水面舰船实施鱼雷攻击，也可用于反潜和布雷等。鱼雷艇的发展历史相当悠久，至今已有 120 多年的历史，近年来，随着导弹武器的大量装舰使用，鱼雷艇的发展日渐萎缩。

1866 年第一枚鱼雷问世之后，鱼雷艇应运而生。

1877 年英国最先研制成功“闪电”号鱼雷艇，随后意、法、俄等国也相继研制和建造了鱼雷艇。不过，当时鱼雷艇的发展尚处于探索、研究和试用阶段，而已仅局限于英、德等少数西方国家，绝大多数国家仍缺乏认识，发展缓慢。

第一次世界大战期间，鱼雷艇的发展产生了飞跃。当时的鱼雷艇主要有两种：一种是 50 多米长、200~300 吨的大型 3~4 管鱼雷艇，另一种是 10



多米长 40~50 吨的、由母舰运载的袖珍型单管鱼雷艇。

第一次大战以后，鱼雷艇普遍受到西方各国海军的重视，德国研制了性能较先进的 S 艇系列，美国也建造了有名的 PT 艇。前苏联仅用 16 年的时间，到 1941 年就已拥有 270 艘鱼雷艇，二次大战结束时，前苏联已拥有鱼雷艇 485 艘之多。

### 战后鱼雷艇有哪些重大发展？

第二次大战之后，鱼雷艇的发展一度较快，战术技术性能也有显著提高，其建造数量之多、技术性能之高是历史上绝无仅有的。1941~1957 年，前苏联第一代 p4 级两管鱼雷艇就建造了 170 余艘；1952~1957 年，第二代 P6 级鱼雷艇一下子造了 800 多艘；之后，便开始研制单水翼艇和改装导弹艇。

50 年代末，德国建造的“美洲豹”级鱼雷艇满载排水量 190 吨，长 42.5 米，航速 42 节，有 4 个鱼雷发射管和 2 座 40 毫米高平两用炮。

60 年代以后，随着导弹武器的装艇使用，电子探测和干扰技术的不断发展，以及直升机的广泛装舰，大大迟滞了鱼雷艇的发展，迫使鱼雷艇抛弃传统概念，向新艇型、新武备、大型、高速化方向发展。鱼雷艇不再大批量建造，但质量明显提高。前苏联 60 年代初建造的“谢尔申”级大型 4 管鱼雷艇，满载排水量 170 吨，长 34.7 米，航速 45 节，除鱼雷外，还装有 4 门 30 毫米炮、6 枚水雷和 12 枚深弹。

70 年代初建造的“图利亚”级水翼鱼雷艇达 250 吨，70 年代后期建造的“巴布契卡”级则达 400 吨，航速竟高这 50 节。

### 鱼雷艇的主要特点是什么？

100 多年来，鱼雷艇无论在一次世界大战，还是在各种区域性海战或武装冲突中都发挥了重要作用，受到了不少国家，特别是第三世界国家的欢迎。鱼雷艇结构简单，易于操作、维修和使用，造价极其低廉，宜于大批量建造或购买。它体积小、吃水浅、机动灵活、不易被雷达捕捉，可依托岛岸、各种洞库、大小港湾进行隐蔽和待机，也可利用渔船或其它民用船只掩护，发起出其不意的突袭。从鱼雷艇的发展看，主要有以下几个特点：吨位增大，由 100~200 吨增至 300~400 吨；数量减少，北约国家等在 1971~1984 年间不仅停缓发展，还淘汰了 154 艘鱼雷艇。前苏联 1945 年有 485 艘，到 1984 年却仅剩 47 艘；武备更新，除装备新型自导鱼雷外，还可装备导弹，从而导致 100~450 吨级新型导弹鱼雷艇的出现，这种艇除装 2~4 枚鱼雷外，还可装 4~8 枚反舰导弹。

### 什么是冲翼艇？

冲翼艇利用尾缘和两端侧壁触水，使气流在冲翼下表面完成阻塞而造成冲压升力。它将舰艇与飞机性能融为一体，可在水面或地面停泊与起降，又可掠水面或地面高速航行，因而是一种很有发展潜力的军用高性能艇。冲翼艇具有航速高，超低空性能好，不易被敌雷达发现，适航性好，机动性强，不受鱼、水雷袭击以及两栖性能好等特点。前苏联研制的“里海怪物”式冲

翼艇长 120 米,宽 40 米,总重 500 吨,航程 11260 公里,最高时速 300 海里,飞行高度 7~15 米,可载 800~900 名战斗人员。冲翼艇具有广泛的军事用途,可在沿海、岛屿和海上编队之间实施快速机动与补给,可在两栖登陆中输送登陆兵,实施战斗支援或担负保护任务,可在海上编队中执行侦察、巡逻、反潜、布雷和救生等任务,装备导弹后,还可担负海上进攻作战任务。

前苏联正在研制的 UTK4 级冲翼艇构想图

### 什么是气翼艇？

气翼艇和气垫船十分相似,尤其是在流体动力性能、艇体材料与结构、动力装置与设备等方面更是大同小异。气翼艇按工作原理可分为三类:是动力气垫式气翼艇,它通过风扇推进器所产生的气垫升力来使艇体升离水面;二是地效翼式气翼艇,它利用艇上机翼与运行表面之间所形成的空气压力来升离地面或水面;三是翼化艇身式气翼艇,它将艇身翼化,利用艇体本身高速航行时产生的升力使艇体升离水面和地面。气翼艇外形酷似飞机,航行时完全飞离水面或地面,能在 0.8~30 米高度进行高速飞行,并能在海面、码头等停泊,因而是一种机艇合一的高性能运载工具。

气翼艇的主要特点是:航速高,达 600~700 公里/小时;机动性好,可在 0~400 公里/小时的速度范围内变动,也可倒退、静止悬停或徐徐前进,并具有良好的垂直起降性能;适航性好,可在任何海况下航行,且不受海浪的冲击和影响;两栖性能好,在水中可作排水式船低速航行,也可贴水面高速航行,亦可在冰面、雪地、沙滩、沼泽地等垫升飞行。气翼艇作为一种超低空飞行器在军事上具有很大的应用潜力,它可作为大型导弹艇发射反舰巡航导弹,可作为登陆艇运送兵员、车辆进行两栖登陆作战,也可作为反潜艇使用吊放声纳进行反潜作战。此外,还可执行海上高速扫雷、布雷和快速补给任务。美国研制的一艘气翼艇达 950 吨,长 78.3 米,宽 66.8 米,最大航速 740 公里/小时,艇上装有反潜武器和防空导弹。此外,还建造了一艘 619 吨的后勤支援气翼艇,长 72.5 米,宽 32.9 米,巡航速度 490 公里/小时,有效载荷 200 吨。

### 飞行器是怎样分类的？

飞行器是指在大气层内或大气层外空间飞行的器械。飞行器通常分三类:航空器、航天器、火箭和导弹。

航空器是指能在大气层内进行可控飞行的飞行器。航空器又可分为两大类:一是轻于空气的航空器,它主要靠空气静浮力升空,自身无动力装置,升空后随风飘动,不能进行控制。这类航空器又称浮空器,理有飞艇、气球等。二是重于空气的航空器,它主要靠空气动力来克服自身的重力升空,自身装有发动机、空气螺旋桨、安定面和操纵面,可以控制飞行的方向及路线,如飞机、直升机等。

航天器是指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飞行器。航天器又称空间飞行器,一般分两类:一是无人航天器,如人造地球卫星和空间探测器等;二是载人航天器,如载人飞船、航天站和

航天飞机等。世界上第一个航天器是前苏联 1957 年 10 月 4 日发射的“人造地球卫星”1 号，第一个载人航天器是前苏联航天员尤利·加加林乘坐的“东方”号飞船，第一个把人送到月球上去的航天器是美国 1961 年 5 月发射的“阿波罗”11 号飞船，第一架航天飞机是美国 1981 年 4 月升空的“哥伦比亚”号航天飞机。

### 英国“空中飞船”500 型飞艇

火箭是以火箭发动机为动力的飞行器，可以在大气层内、也可以在大气层外飞行。它不靠空气静浮力，也不靠空气动力，只靠发动机推力升空飞行。导弹可分两类：一是在大气层飞行的无翼导弹，如弹道导弹等；二是在大气层内飞行的有翼导弹，如巡航导弹、地空导弹、空地导弹等。有翼导弹的飞行原理与飞机基本相同。导弹与火箭的主要区别是一个装有战斗部，可作为武器；一个不装战斗部，仅作运载工具。

## 二次大战前作战飞机有哪些重大发展？

从 1903 年世界上第一架飞机问世至今，作战飞机经历了许多重大发展阶段，突破了许多重大关键技术，在战术技术性能方面一直代表各个时期军用飞机发展的最高水平。最早的飞机只是用于试验，并不装备任何武器。第一次世界大战中，飞机主要用于侦察，也没有什么专用航空武器，通常只是把陆军的地面武器搬上飞机，以供紧急时进行作战和自卫。当时，手枪、步枪、手榴弹和迫击炮等是飞机的主要武器，后来才在飞机上专门安装了机关枪。二次大战期间，飞机上已开始装备机关枪、机关炮、炸弹等专用武器，同时根据作战任务的不同也逐步划分为战斗机、攻击机、轰炸机和反潜机等独立机种。战后以来，现代作战飞机实现了许多重大突破，在飞机性能、武器电子和机动能力等方面有了很大的提高。

## 现代作战飞机的攻击能力有哪些改进？

现代作战飞机由于装载大量武器和电子设备，使攻击威力大大提高。一次大战时，美国的 B—29 重型轰炸机仅载弹 3 吨，就被称为“超级空中堡垒”，而现在的 B-52 重型轰炸机的最大武器挂量已达 30 吨，一架就相当于过去的 10 架。B-52 飞机能挂 250～340 公斤的炸弹 108 枚，这些炸弹能在几秒钟内全部投下，破坏范围可达长 1500 米、宽 400 米，弹坑间隔 15～20 米左右，弹坑直径为 6～7 米，深可达 3 米。海湾战争中，这种轰炸机曾多次对伊拉克前沿阵地进行地毯式轰炸，破坏力极强。按计划，B-52 还将改装 20 枚巡航导弹，以提高其精确攻击能力。现代攻击机大都装备先进的空地导弹和灵巧炸弹，所以命中精度都在 80% 以上。除各种精确制导武器外，先进的机载电子设备也大大提高了作战飞机的全天候作战能力和作战效能。

B-52H 翼下可带 20 枚“斯拉姆”（SRAM）空地导弹

## 作战飞机为什么采用喷气式发动机？

采用喷气式发动机，可使飞行速度、飞行高度和机动性能大大提高。一次大战时，采用活塞式发动机，靠螺旋桨产生的拉力来推动飞机前进，所以速度很慢，只有几十公里的时速。二次大战中，虽历经改进，但航速增长不大，最快每小时仅达 750 公里。1942 年 7 月 27 日，德国试飞了一架“米塞斯密特”，262 型喷气式战斗机；同年 10 月 2 日，美国也试飞了一架 P-59 型喷气式战斗机，战争中德、英还分别有少数喷气式飞机投入过战斗，但作战效能并不明显。战后以来，各国纷纷研制新型喷气式发动机，使航速有了重大突破，一般飞行马赫数在 2.5~3 左右。喷气式发动机和螺旋桨发动机不同，它是靠空气和煤油燃烧后所产生的大量高温高压气体，向后喷射而推动飞机前进的。所以，一般在机身、前面或侧面都开有专门的进气口，机后部也留有喷口。喷气式发动机的推重比较好，如美国 F-15 战斗机两台发动机可产生 21000 公斤的总推力，而飞机重量只有 18000 公斤，推力比重量还大 16 %。

## 美国 SR-71 隐形战斗机

### 作战飞机为什么采用后掠翼？

采用后掠翼、可变后掠翼等新型机翼，提高了飞机的飞行速度，缩短了起降距离。飞机是靠机翼所产生的升力而飞上天的，所以机翼的形状和大小直接关系到它的飞行速度及起降距离。早期的飞机多为十字架型，有单翼机，也有双翼机，到二次大战时多为单翼机。战后以来，开始研制后掠机翼，1948 年，美国在 F-86 战斗机上采用了后掠翼，前苏联也于不久研制出类似的“米格”-15 战斗机。在后掠翼的基础上，又研制了梯形和三角形机翼，如美国的 SR-71 侦察机就是采用的三角形机翼，其飞行马赫数为 3.5，飞行高度可达 27000 米。采用后掠翼虽能提高飞行速度，但产生的升力较小，在起飞和着陆时需要较长的距离，一般战斗机起飞滑跑要 1000 米以上，重型轰炸机则要 2000 米以上，这种大型机场跑道则长达 3~5 公里，在战时跑道被破坏的情况下就很难起飞。为此，又研制了可变后掠翼，在起飞、着陆和巡航时，机翼在平直位置；要飞大速度时，机翼便可后斜。目前，许多作战飞机都采用变后掠翼，就是重达 100 吨以上的战略轰炸机也采用变后掠翼。在短距起飞技术方面，目前已达 500 米左右，今后则继续向短距（200 米左右）起飞、垂直降落方向发展。

### 现代作战飞机是怎样命名的？

飞机是空军和海军航空兵的主战装备，它飞行速度快，机动能力强，攻击威力大，能迅速夺取并控制战场及战区制空权。因此，在现代战争中具有极为重要的作用。军用飞机通常分为作战飞机和作战支援飞机两大类，作战飞机通常是指那些装备炸弹、导弹、机炮等武器，直接参与空战、空袭作战的飞机，如战斗机、攻击机、反潜机、轰炸机和武装直升机等；作战支援飞机通常是指那些为作战飞机提供各种战术技术支持的飞机，如预警机、电子战飞机、侦察机、空中加油机、运输机、教练机等。

“苏”-24 是前苏联纵深遮断能力最好的飞机

作战飞机的命名及称谓目前尚不统一，如战斗机又称作歼击机，攻击机又称作强击机等，在命名规则上也不一致，美国按照各机种名称英文字头分别将战斗机用 F 表示，将攻击机用 A 表示，将运输机用 C 表示，将侦察机用 R 表示，将预警机用 E 表示，将轰炸机用 B 表示，将空中加油机用 K 表示。如有改型时，则用复合字母表示，如用 F-4 战斗机改为侦察机，则称为 RF-4 侦察机；如用 A-6 攻击机改为空中加油机，则称为 KA-6 加油机。此外，每型飞机还有一个专门的名称，如 F-14 “雄猫”，F/A-18 “大黄蜂”，E-3A “望楼”等。前苏联的飞机多用设计单位及发明人、负责人的名字字头表示，如“米格”、“苏霍伊”等。一般“米格”系列机为战斗机，如“米格”-23、“米格”-25、“米格”-27、“米格”-29、“米格”-31 等；“苏”系列机多为攻击机，如“苏”-24、“苏”-25、“苏”-27 等（“苏”-27 为制空战斗机）。此外，轰炸机、预警机、反潜机、侦察机等多用“伊尔”、“图”等来编号，有些飞机的命名和绰号则是北约军事装备命名委员会给命名的，如“灌”、“狗窝”、“逆火”、“海盗旗”等。

### 伊拉克飞机是怎样重创美舰的？

1991 年海湾战争中，美军痛击伊军，使之溃不成军，终以失败而告终。但在此之前，伊拉克确也有过痛击美军的经历，那便是 1987 年 5 月 17 日晚伊军飞机重创美舰的事件。

当时，美大西洋舰队“斯塔克”号导弹护卫舰与其它舰艇一起，正在距伊 480 公里的波斯湾海域巡逻，全舰处于三级战备状态，221 名舰员中只有 75 人在战斗值更。晚 9 时许，从沙特空军基地起飞的一架美 E-3A 预警机，突然发现一架法制“幻影”F-1 战斗机从伊巴士拉西南 16 公里处的沙已赫机场起飞，以 885 公里的时速沿沙特海岸向东南方向飞行，飞抵巴林附近后突然左拐弯，向东即“斯塔克”号军舰飞去。此时，预警机已紧急通知该舰，该舰正以 4 节航速在距巴林东北 130 公里处单舰游戈，其对空搜索雷达在 320 公里的距离已发现目标，并进行跟踪。伊机从几 24 米高度继续向美舰逼近，该舰舰长立即发英文电进行警告，但伊机拒不回答。

36 秒后又发一份急电，结果伊机用一枚法制“飞鱼”空舰导弹作答。

10 秒钟后，导弹命中“斯塔克”号左舷首部上甲板与水线间的舷部，撕开一个 3X4.6 米的大洞后在水兵舱内爆炸，顿时燃起熊熊大火，有 37 名水兵被炸死。谁知伊机还不放过，随之又发射第 2 枚导弹，因忘记安装引信，导弹未能爆炸，“斯塔克”号才免沉海底。

当时，在 6000 米高空巡逻的 E-3A 预警机见势不好，立即请求沙特 F-15 战斗机起飞截击伊机，结果遭沙特拒绝，伊机安全返航。几个月后，被伊机重创的护卫舰拖回本土大修，舰长格伦海军中校被送上军事法庭。

1991 年海湾战争期间，伊拉克又出动 2 架“幻影”飞机，想重复上述历史，击毁美航母护航舰艇，结果被 2 架沙特 F-15 飞机摧毁。

### 隐身飞机是怎样隐身的？

我们知道，雷达之所以能够发现来袭的敌机，主要是靠接收它自己发射

并经目标反射后返回的电磁波而实现的。如果敌机不强烈反射电磁波甚至根本不反射电磁波的话，那么雷达也就很难或根本无法发现敌机了，这就是所谓的飞机隐身原理。根据隐身原理，美国自 50 年代起便开始秘密研究隐身飞机技术，目前已研制成功 B-1、B-2 和 F-117A 等高性能隐身飞机，有的曾在现代战争中发挥了极为重要的作用。

### 美国 F-117A 隐身战斗机

隐身飞机是怎样实现隐身的呢？一般来看，主要采用三项关键技术，即隐身外形技术、吸波隐身技术和电子干扰技术。其中，最常用的一项是隐身外形技术。外形隐身是隐身飞机最重要的一项技术，它主要是通过改变飞机的外形来尽量减小雷达的反射面积。隐身飞机具有十分独特的外形，通常为翼身融合形，从机翼到机身平滑过渡，分不出哪是机身，哪是机翼，整体呈平底三角截面状态，形状古怪，隐身飞机多采用 V 型尾翼，这样比原来采用的水平尾翼及垂直尾翼所产生的电磁波反射要小得多。为了克服镜面反射，隐身飞机还用较锐的边缘代替圆钝的曲面，这样可把雷达波反射尽量减少。由于飞机的进气口易产生强烈的雷达反射波，所以隐身飞机多采用背负式进气口，安放在飞机机身的背部，以减小雷达反射面积。此外，为了降低红外辐射，隐身飞机还采用了涡轮风扇发动机，并在其尾喷管中装上红外过滤器，也就是所谓的二元喷管，据说这种装置可以降低红外辐射 90%，相当于把红外探测距离缩短 45%。可见隐身外形技术对飞机的隐身起到了非常重要的作用。

采用隐身技术后，隐身飞机的雷达散射截面积大大减小。B-52 轰炸机的雷达散射截面积为 100 平方米，B-1A 隐身轰炸机减小到 10 平方米，而 B-1B 隐身轰炸机则不足 1 平方米，至于 F-117A 隐身战斗机则更小了，仅为 0.025 平方米（有的报道为 0.01~0.001 平方米）。假如某雷达对 B-52 飞机的跟踪距离为 100 公里，则对 F-117A 的跟踪距离仅有 13 公里，假如按 0.01~0.001 平方米的雷达截面积计算，其跟踪距离则只有 0.056~0.1 公里，可见雷达的有限搜索距离是很短的。海湾战争中，美军出动了 44 架 F-117A（共有 52 架，坠毁了 3 架，现役 49 架），精确轰炸了巴格达 95% 以上的重点目标，均未被伊雷达发现，且无一架损失。实战证明，隐身飞机是一种隐蔽攻击能力很强的高技术武器。

### 什么是吸波隐身技术？

吸波隐身技术的原理就是通过采用各种新型结构材料，将入射的电磁波全部或大部吸收，使之不向回反射。有的在采用新型材料之后，甚至可以达到“透明”程度，入射的电磁波可以穿机而过，但却无法形成回波反射。这种新型材料是由先进的复合材料与电磁波吸收材料组合而成的，通常称之为结构型电磁波吸收材料。这种材料重量轻，强度大，耐疲劳，重量虽只有钢的 1/5、铝的 1/2，但强度却与钢相当，比铝还要高 5 倍。为了吸收电磁波，隐身飞机外形还要大量涂敷吸波涂料，通常采用放射性同位素涂层、塑料涂层和铁氧体涂层等，其中，铁氧体涂层厚达 0.25~1 厘米。据称，F-117A 隐身战斗机在不同部位使用了 6 种不同的吸波涂层，其中使用较多的是铁氧体涂层。

美国曾用系统工程方法对突防飞机损失率与突防距离、电子干扰和隐身的关系进行过试验和推算分析，结果表明：隐身飞机突防 370 公里时，如果不采取电子干扰措施，其损失率为 0.06；如果采取电子干扰措施，其损失率则为零，如果有电子战飞机进行护航，其生存力能提高 10 倍以上。海湾战争中，EF-111/A 专用电子干扰飞机经常与 F-117A 隐身战斗机配合使用，有时还与装有电子干扰装置的 F-15E、A-6E 等空袭飞机一起编成，从而大大提高了生存能力和作战效能。

### 什么是制空战斗机？

战斗机又称歼击机，是以对空作战、歼灭敌机和其它空袭兵器（如巡航导弹）为主要任务的飞机总称，通常分为制空战斗机、截击战斗机、战斗轰炸机和舰载战斗机等。

制空战斗机又称格斗战斗机、前线战斗机和空中优势战斗机等，其主要任务是在战区上空与敌方的制空战斗机进行空战，夺取制空权，截击来犯的敌方轰炸机、攻击机、战斗轰炸机和武装直升机等，使己方的地面部队、交通要道、重要据点和军事要地免遭来自空中的袭击；同时保护自己的轰炸机、攻击机、战斗轰炸机和武装直升机顺利地去攻击对方。制空战斗机的主要特点是速度快、机动性（包括盘旋、爬升和加速性能）好，起落滑跑距离短等。其主要武器是中距和近距空空导弹和机炮等。现代制空战斗机除执行空战任务外，一般还可挂各种炸弹、导弹以完成对地攻击任务。制空战斗机是空军的主战装备，也是各国重点发展的一个机种。目前国外第三代高机动性制空战斗机主要有：美国的 F-15、F-16、F-117A，前苏联的“米格”-23、“米格”-29，“苏”-27，法国的“幻影”-2000 等。

### 什么是截击机？

截击机又称截击战斗机，是以截击敌方入侵的战略轰炸机和巡航导弹为主要任务的战斗机。这种飞机一般部署在战略要地附近或边境一线基地，其主要特点是速度快、爬升性能好、升限高、火控雷达搜索距离远、远距攻击人力强和具有拦截低空入侵飞机的能力等。其武器配备以中距空空导弹为主，近距空空导弹和机炮为辅。

60 年代以前，美苏等国致力于研制专门的截击战斗机，如美国的 F-102、F-106，前苏联的“苏”-15、“米格”-15 和英国的“闪电”等。

70 年代以来，则多倾向于利用高性能制空战斗机兼任或改装成截击战斗机，如美国的 F-15、F-16，前苏联的“米格”-23、“米格”-29、“苏”-27 和法国的“幻影”-2000 等。

### 什么是战斗轰炸机？

战斗轰炸机是以对地攻击为主、对空作战为辅的战斗机，可携带多种炸弹、导弹、核弹攻击敌战场上或后方纵深内的地面目标，也可载空空导弹执行空战和截击任务。战斗轰炸机分两种类型：一种是由制空或截击战斗机改装的，如美国的 F-4D、F-15E，前苏联的“苏”-7、“苏”-17，法国的“幻

影”-E等。这种飞机载弹量较小，航程较短，全天候作战能力较差，但空战能力较强。另一种是专门研制的战斗轰炸机，如美国的F-111，前苏联的“苏”-24，法国的“阵风”等，其主要特点是载弹量大，航程远，全天候作战能力强，但空战能力较差。

美国 F-111 战斗轰炸机携 AGM-130A 远程导弹

### 什么是舰载战斗机？

舰载战斗机是一种在航空母舰上起降，并以航空母舰为基地的海军型战斗机，其主要任务是用于对空作战，夺取海上或沿岸制空权，使自己的舰船编队免遭敌空中目标的袭击，并保护己方兵力用舰载武器去袭击敌海上或沿岸目标。除执行空战任务外，舰载战斗机也可载各种炸弹或导弹遂行对海或对地攻击任务。舰载战斗机过去一般单独研制和生产，近年来由于空军战斗机发展较快，海军型需求量又不大，故多采用派生或改型的办法来生产舰载机，目前使用较多的有美国的F-14、F/A-18，苏联的“米格”-23、“米格”-29和法国的“阵风”等。舰载战斗机的独特之处在于弹射起飞和阻拦着舰系统，其余和空军战斗机基本相同。

美国 F-14 “雄猫” 战斗机

### 什么是第一代战斗机？

随着现代科学技术的不断发展，战后以来，世界各国战斗机的发展日新月异，目前已发展了三代，第四代和第五代正在研制之中。以制空和截击为主要作战任务的战斗机代表了作战飞机发展的最高水平。战后至60年代初主要是第一代战斗机的时代，其主要技术特征是亚跨音速，最大飞行马赫数为0.9~1.3左右，采用后掠机翼和涡喷发动机，武器配备以机炮和火箭弹为主，并开始装备第一代空空导弹、光学瞄准器和第一代雷达。第一代战斗机的代表型号有美国的F-86、F-100，前苏联的“米格”-15、“米格”-19。目前，第一代战斗机已全部退役。

### 什么是第二代战斗机？

60年代初至80年代初，第二代战斗机开始大量装备部队，其主要技术特征是超音速，最大飞行马赫数为2.0~2.5，采用小展弦比机翼和变后掠翼，并开始加大长细比，提高推重比。在武器配备方面，开始装备第二代空空导弹、具有拦射能力的火控系统和第二代雷达。第二代战斗机的代表型有美国的F-4、F-104、F-111，前苏联的“米格”-21、“米格”-23和法国的“幻影”-I、“幻影”-F1等。目前，第二代战斗机仍在大量服役和现代化改装。

### 什么是第三代战斗机？



80 年代初期以来，第三代战斗机开始大量装备使用，其主要技术特征是高机动性，最大速度仍保持在第二代水平，即马赫数为 2.0~2.5，但采用了翼身融合、隐身等高技术，开始采用第三代中距拦截导弹、近距格斗导弹，并装备了全向、全高度、全天候火力控制系统。其代表型有美国的 F-15、F-16、F-117A，前苏联的“米格”29、“米格”-31、“苏”-27，法国的“幻影”-2000 和欧洲合研的“狂风”等。F-15 是美国空军 1975 年以后服役的高档截击/制空战斗机，除装备战术空军外，也可用于国土防空，同时还研究了改型的战斗轰炸机。80 年代中期，F-15 通过一系列现代化改装，使飞机性能有明显提高，有的改进型还加装了反卫星导弹系统，并普遍具有短距起落和高机动能力。特别值得一提的是改进后的 F-15E 外挂能力已达 11 吨，具有很强的对地攻击能力，可实施全天候空中阻滞作战，实际上已成为第三代高性能战斗轰炸机。

F-15E 在 1991 年海湾战争中发挥了极为重要的作用。“米格”-29 是前苏联最新的高性能战斗机，1984 年开始装备部队，其最大起飞重量 16.3 吨，最大飞行马赫数 2.2，作战半径 1150 公里，具有较强的下视下射能力。“苏”-27 是一种与“米格”-29 同时出现并驰名于世的高性能全天候超音速制空战斗机，它装有两台涡喷发动机，加力推力为 13636 公斤，最大起飞重量 28 吨，可挂中距空空导弹，具有良好的机动性能，且可拦截入侵的飞机和巡航导弹，还具有较强的对地攻击能力。

## 什么是第四代战斗机？

第四代战斗机是指 90 年代以后装备部队的新一代战斗机，其典型型号有美国的 ATF，前苏联的“米格”f-2000，法国的“阵风”，欧洲的 EFA，瑞典的 JAS-s39 及以色列的“狮”等。ATF 是先进战术战斗机的缩写，预计 90 年代中期达初始作战能力。该型机将采用几十种新技术，主要有目标定位和攻击技术、隐身技术、短距起落技术、防核生化袭击等，同时将具有超音速巡航能力和高机动飞行能力，并具有一定的航程，起飞滑跑距离可缩短至 425 ~ 600 米。

### 法国“阵风”战斗机

由于第四代战斗机大部分已完成设计、投产和试飞，所以 2000 年之后服役的第五代战斗机正在进行论证设计之中。预计将采用 X 翼、斜翼、前掠翼及结合式机翼等新概念战斗机，并大量采用发展中的高技术，最典型的是隐身技术，可能向全隐身方向发展；高推重比技术，估计将使推重比由第四代的 10 以下提高到 20 以上；结构和新材料技术，将采用阶碳、陶瓷、金属粘结剂等复合材料。此外，还将广泛采用短距起落技术，进一步改进飞机的机动性能，大量改进电子设备，提高自动控制能力。

## 美国战斗机是怎样发展起来的？

美国虽然是世界上第一架动力飞机的发源地，但却不是最早拥有战斗机的国家。第一次世界大战中，美国战斗机主要来自法、英、意三国，当时自己只能仿造一型 DH4 飞机。第二次世界大战时，美国战斗机的研制和生产虽有了较大发展，但仍比不过德、英等国。

1939 年 8 月德国第一架喷气式飞机 He178 问世，1941 年 5 月英国第一架喷气式飞机 E28/39 诞生，直到 1942 年 10 月，美国第一架喷气式飞机 XP59 才试飞。二次大战以后，美国从战败国掠夺了大量先进技术和人才，使战斗机的发展很快达到世界最先进水平。

从 40 年代到 50 年代中期以前，是亚音速喷气战斗机的时代，此间，美国研制了十五六种类型的喷气式战斗机，但最典型的有以下三种：一是 F-80 “油挑子”，1944 年 9 月原型机首次试飞，其最大速度达 810 公里/小时，这在当时已是最高的速度，1951 年 11 月 8 日，F80 与“米格”-15 交火，被称为空战史上喷气式战斗机的首次交战。F-80 生产有 A、B、C 三种，C 型机总重 7646 公斤，最大平飞速度 933 公里/小时，实用升限 13030 米，航程 2200 公里。二是 F86 “佩刀”战斗机，它是美国最有名的高亚音速战斗机，与前苏联的“米格”-15 齐名。F-86 共生产 8000 多架，装备世界上 20 多个国家和地区的空军使用，有 5 个国家仿制。F-86 是美国第一架采用后掠翼的战斗机，设计了 35 度后掠角的后掠机翼，使最大速度达 1110 公里/小时。该机有十几个型别，还曾有过 FJ-2 ~ 4 系列的舰载型战斗机，以 F 型为例，其总重 7720 公斤，实用升限 15200 米，航程 2030 公里。三是 F-89 “天蝎”和 F-94 “星火”截击战斗机。F-89 于 1950 年 7 月开始交付使用，是一种双发双座战斗机，到 1956 ~ 1957 年时，开始装备导弹武器。

F-89 总重 19900 公斤，最大速度 971 公里/小时，实用升限 10800 米，

航程 2820 公里。F-94 于 1949 年 12 月开始交付使用，总重 6970 公斤，最大速度 975 公里/小时，实用升限 15200 米，航程 1740 公里。

### 美国第一代战斗机有哪些代表型？

从 50 年代中期开始，进入了超音速飞机的时代，到目前美国战斗机已经发展了三代，第四代正在研制。第一代低超音速飞机的代表型是 F-100 和 F-102。

F-100“超佩刀”是全世界第一种实用的超音速战斗机，其早期型别是制空战斗机，后来都是战斗轰炸机。F-100 于 1954 年 9 月开始装备部队，各型共生产 2300 架，1959 年停产，1973 年从美国空军退役。该型机的 D 型总重 13500~15800 公斤，载弹量 3400 公斤，实用升限 14520 米，航程 2100 公里，最大飞行马赫数为 1.3。

### 美国第二代战斗机有哪些代表型？

第二代超音速战斗机的典型代表是 F-104 和 F-4。

F-104“星”式战斗机 1958 年装备部队，国内购买不足 300 架，但海外销售量却高达 2700 多架，F-104G 型总重 13054 公斤，最大飞行马赫数为 2.2，实用升限 17680 米，作战半径 370~1100 公里。F-4“鬼怪”1961 年开始装备部队，是双座双发舰载战斗机，因具有速度快、机动性好、航程远、载弹多和火力强等特点，后改为空军型。该机有 20 种改型，出口 19 个国家，生产量达 5000 余架，是一型十分优良的战斗机，直到 70 年代中期才退役，但其它国家仍在使用的。F-4E 总重 28030 公斤，最大飞行马赫数为 2.3，实用升限 16800 米，作战半径 800~1200 公里。第二代超音速战斗机中还有一型战斗轰炸机，即 F-111，它是世界上第一型采用变后掠翼并具实用水平的飞机，1967 年开始装备使用。F-111 的后掠翼可在 16°~72.5°之间变化，起飞、着陆及巡航飞行时，机翼保持在 16°~26°的小后掠角位置，以产生高升力，缩短起落滑跑距离；突防和作战时，机翼处于 70°左右的大后掠角位置，以提高飞行速度。

F-111 有许多改型，其中 EF-111 为电子战飞机，FB-111 为战略轰炸机。F-111F 的最大起飞重量 41500 公斤，最大飞行马赫数为 2.2，实用升限 15500 米，作战半径 500~2100 公里。

### 美国 F-4 战斗机作超低空飞行

### 美国第三代战斗机有哪些代表型？

第三代超音速战斗机是目前仍在使用的主力战斗机，其代表型为 F-14、F-15、F-16、F-18 等。

F-14“雄猫”是一种舰载变后掠翼重型战斗机，1972 年 6 月上舰试飞，同年 10 月装备部队。F-14 的最大特点有两个：一个是采用变后掠翼自动调节系统，能在 20°~68°之间自动调节后掠翼角度。另一个特点是火控雷达和空空导弹性能非常好，使搜索距离达 160 公里，可同时跟踪 24 个目标，与

“不死鸟”导弹配合，能同时攻击 80~100 公里远的 6 个空中目标。该机最大起飞重量 38720 公斤，最大飞行马赫数为 2.34，实用升限 17070 米，作战半径 720 公里，航程 3220 公里。F15“鹰”是一种高机动性战斗机，1975 年开始装备部队，已生产 1000 多架。该机的主要特点是作战推重比大，高达 1.4；火控雷达好，具有较强的搜索、制导和抗干扰能力，并能够下视下射。

F15 最大起飞重量 30845 公斤，最大平飞马赫数为 2.5，实用升限 18300 米，转场航程 5745 公里。F-16“战隼”是一种单座单发轻型战斗机，主要用于空战，1978 年末开始装备使用，目前已生产 2000 架，有 16 个国家和地区订购，出口量达 1000 架，是第三代战斗机中使用国家最多和生产数量最多的一个型号。F16C 起飞重量 11372 公斤，最大平飞马赫数为 2.0，实用升限 15240 米，作战半径 925 公里。该机的主要特点是具有很高的推重比，并装有先进的火控雷达。F/A-18“大黄蜂”是一种舰载战斗/攻击机，1983 年 1 月开始装备使用，分空战型和攻击型两种，预计采购 1300 多架，另有 300 多架岸基 F-18L 出口。F/A18 起飞总重 16650~22330 公斤，最大平飞马赫数为 1.8，实用升限 15240 米，作战半径 1065 公里。F-17A 隐身战斗机，原编号 F-19，1983 年 10 月装备使用，是世界上最先进的高性能战斗机，曾在入侵巴拿马和海湾战争中大显身手。该机共订购 59 架，已有 2 架坠毁。

第四代超音速战斗机为 ATF 战斗机，预计 1995 年具备初始作战能力。

## 美国 F-16 战斗机

### 什么是攻击机？

攻击机又称强击机，是以低空或超低空突破敌方防线，对敌方战役纵深的兵站、军事据点、指挥机构、交通枢纽等实施轰炸和扫射的一种作战飞机，它所执行的上述任务通常被称作遮断、孤立战场和间接支援等。其目的是通过切断和削弱敌后方对前线的补给和支援，来削弱前线部队的作战能力。攻击机的另一主要任务是近距支援，即飞临战场上空直接配合地面部队作战，轰炸和扫射敌地面部队、火力点及坦克、装甲车等活动目标。按重量可分为重型和轻型两大类：总重在 15 吨左右或 15 吨以上的称为重型攻击机，如美国的 A-6、A-7 和 A-10 及前苏联的“苏”-25 等；总重在 10 吨左右或 10 吨以下的称为轻型攻击机，如美国的 A4、AV8 比前苏联的“雅克”-36，英、法合研的“美洲虎”等。

### 美空军 A-7 攻击机

舰载攻击机通常是空军攻击机的改型，加装弹射起飞和阻拦着舰系统后便可在航空母舰上起降，并以其为基地进行作战活动。80 年代以来，垂直/短距起降的攻击机大量装舰，它们不需弹射和阻拦装置便可在舰上起降，但都为亚音速，作战距离也较小，攻击威力相对较弱，目前在役的主要有美国的 AV-8B“鹞”、英国的“海鹞”和前苏联的“雅克”-36 等。海军型舰载攻击机的主要任务是携带各种导弹、鱼雷、炸弹对海上舰船、岛屿及敌陆基目标进行攻击、轰炸和扫射，支援海上作战及两栖登陆作战。此类攻击机低空飞行性能较好，突防能力强，攻击威力较大，其代表型主要有美国的人 A-6、A-7 等。

## 预警机是怎样发展起来的？

1941 年 12 月 7 日，日本以 6 艘航母上的 423 架舰载机成功地偷袭美国海军珍珠港基地之后，使美军遭到重创，尽管在以后的珊瑚海、中途岛及莱特湾航母舰载机大决战中美国海军战绩赫赫，但因缺乏预警指挥系统而招致的余日痛恨，一直激励着海军发展早期预警系统的念头，战争期间，为了及早探测敌海上及空中目标，通常派雷达哨舰在舰队前面开路。后来，随着舰载机飞行速度的提高，这种雷达哨舰的作用越来越小，其主要问题就是舰上雷达天线的高度太低，对海探测距离只有 20 海里左右，对空也不过几十海里，真正发现目标后再通知舰队作好战斗准备也只有几分钟的预警时间，可见早期预警是海军面临的一个主要难题。

根据登高望远、居高临下、站得高看得远这样一些常识，人们意识到只有将雷达天线升高，才能扩大雷达的视距。计算表明：如雷达天线高度为 5 米，探测飞行高度为 100 米的来袭飞机时，其发现距离只有 50 公里，也就是说只有 1~2 分钟的预警时间；如把雷达升至 1 万米高空，探测同样高度的目标时，其发现距离便增大了 10 倍，可达 500 公里，预警时间就可增至 20 分钟左右。为此，人们想到了发展空中预警机的问题。

早在 1945 年底，二次大战刚刚结束，美国海军就开始研究预警机。当时，把较先进的警戒雷达装上了小型 TBM3W 型飞机，改装成世界上第一架“柯德尔克”型舰载预警机。之后，又将 C-1A 小型运输机改装雷达后成为 XTF-1W 型预警机，并于 1958 年 3 月 3 日试飞成功，定名为 E-1B“跟踪者”舰载预警机，从而成为世界上第一种实用型预警机。该机是一架双发动机小型机，总重只有 11 吨，天线罩呈椭圆形伞状，长达 9.7 米，宽 6.1 米，占机身总长的 4/5，以高出机身 1.5 米的高度背在机身上。这种飞机搜索雷达的探测距离为 200 公里，1960 年 1 月 20 日正式服役，共生产 88 架。

### 美国发展过哪些舰载预警机？

美国海军除重视舰队防空和预警外，也十分注重海岸防空和预警问题，为此，在 E-1B 之后又研制了一种 WV-2 型“警戒星”岸基预警机。这种飞机是用 C-121 四发动机大型运输机改装的，试验型为 WV-1，后来定型为 WV-2 型。该机长 35.4 米，飞行高度 6400 米，巡航时速 385 公里，最大航程 7240 公里，续航时间 18 小时，乘员 31 人，其天线罩外形与 E-1B 类似。继 WV-2 之后，美国海军又开始研制 WV-2E 型预警机，它是世界上第一架采用圆盘形天线罩的预警机。一个直径 11.8 米的巨型雷达天线罩装在机身上 3 米高的地方，以 6 转每分钟的速度旋转。

美国的 E-2C 曾多次在局部战争中使用并发挥了巨大作用

在 E-1B 的基础上，美国海军又开始研制新一代装有海军战术数据系统，能对舰队实施空中指挥的舰载预警机。

1964 年 1 月 19 日，E-2A“鹰眼”预警机正式交付海军使用，之后共生产 59 架。E-2A 属中小型飞机，最大起飞重量 23.5 吨，雷达探测距离 300~400 公里，它的主要特点就是机身上背着一个大圆盘天线罩，尾翼装有 4 个垂直翼面，这是很少见的。E-2A 机载电子设备很多，重达 6 吨以上，占飞机

自重的 1/3，价格为机体的 2 倍。作战时，该机可同时指挥己方 50～100 架飞机参战，并能将其引导至距敌机 1.6 公里的位置。在越南战争时期，美国海军对越 95% 以上的攻击作战都是由 E2A 指挥引导的。

在 E-2A 的基础上，美国海军又于 1973 年 11 月研制成功 E-2C “鹰眼”预警机，并批量装备使用，共生产 128 架，除海军使用外，还售给以色列、日本等国家和地区。

E2C 预警机的搜索雷达对低空飞机目标探测距离为 400 公里，对低空飞行的导弹为 270 公里。在 1982 年 6 月 9 日的以叙贝卡谷地大空战中，以色列利用 E-2C 的指挥引导，出动了 96 架战斗机和战斗轰炸机，在短短 6 分钟内就把叙利亚 19 个导弹营的 228 发“萨姆”-6 地空导弹全部摧毁，并击落叙 81 架迎战的飞机。

### 世界上性能最好的预警机是什么型号？

尽管美国海军率先发展了预警机，但其空军却不以为然，长期不重视预警机的发展，而只注意加强地面警戒能力。到 1956 年，空军才开始装备海军型 WV-2 预警机，改名为 EC-121 “大眼睛”，共生产 222 架。美国空军使用一段之后，深感空中预警和指挥的重要，遂于 1963 年正式提出研制新型“机载预警与控制系统”飞机的计划，结果，到 1977 年 3 月 24 日才正式交付使用，目前已生产 34 架。这种新型预警机命名为 E-3A “望楼”，是用波音—707—32013 飞机作载机，加装大量电子设备而构成的。E-3A 预警机在 9000 米高空飞行时，雷达发现高空目标的距离为 500～600 公里，发现低空目标为 300～400 公里，其监视覆盖面积可达 30～65 万平方公里，相当于 30 部地面雷达的作用。此外，它还可搜索 600 个目标，并能对 240 个重点目标进行识别、判读、测距，并处理 300～400 个目标的数据。它能在远离防区 1200 公里处发现目标，并可为作战兵力提供 30 分钟以上的预警时间，而一般地面雷达只能预警 6 分钟，对低空高速突防目标的预警时间只有几十秒钟。E-3A 是世界上性能最好的一种全天候、远航程、高空高速飞机，能监视空中、地面和海上目标，其飞行时速 880～960 公里，实用升限 12000 米，不进行空中加油续航 9～15 小时，最大航程 12000 公里，最大起飞重量 150 吨。其雷达大线罩直径 9.14 米，厚 1.8 米，重 5300 公斤。机组人员共 17 人。

#### 北约预警部队的 E-3A 预警机

继 E-3A 之后，美国又研制了 E-3B 和 P-3 预警机，其性能又有很大提高。

### 英国和前苏联发展过哪些预警机？

除美国外，英国、前苏联等国也发展了一些预警机。英国预警机的发展也是由海军率先进行的，第一架预警机是 1960 年装备服役的“塘鹅”，共生产了 38 架，它的性能很差，探测距离只有 80 公里，只用了 10 年就退役了。

1970 年，开始用“手铐”海上巡逻侦察机改装预警机，到 1973 年改完，共计 12 架。由于论证不充分，用一型 50 年代的大型陆基飞机装备“塘鹅”上的雷达和电子设备，所以探测距离仍为 80 公里，载机又落后，不得不另选新机。

70 年代初便选定发展“猎迷”预警机，经过 8 年努力终于在 1980 年 7 月试飞，结果与军方要求相差甚远，不得不在 1986 年宣布撤消这一研制计划。目前，英国研制的“防御者”预警机已试飞，其对舰探测距离 130~370 公里，对飞机探测距离 150~185 公里，可引导 12 架飞机进行空战。实际上英国从来就没有一种真正象样的预警机，不过，1982 年马岛海战中倒是用“海干”直升机加装“水面搜索”雷达，改装了种舰载预警直升机。这种直升机最大飞行高度 3048 米，雷达探测距离 125 海里，直径和长度均为 1.83 米的一个雷达天线罩装在机身右后侧部，起飞和着陆将其向上转动 90 度折起，上作时放下。马岛战争中，“海工”预警直升机也发挥了不小的作用，9 架直升机便可覆盖 200 海里的海域。直升机性能毕竟有限，所以发展潜力不是很大，目前只有印度购买了几架，其它国家未见发展。

### 英国“防御者”预警机

前苏联是从 60 年代开始研制预警机的，1970 年第一架“苔藓”服役，先后曾派驻过印度、埃及、叙利亚和伊朗等国。它是用“图”-114 大型民用客机改装的，最大起飞重量 170 吨，天线罩直径 11 米，探测距离 370 公里。

70 年代末以来，前苏联先后用“伊尔”，86、“伊尔”，76 大型运输机改装新一代预警机，其雷达探测距离可达 550~650 公里，目前拥有 50 架左右。

### 什么是垂直/短距起降飞机？

60 年代初期，北约国家开始研制垂直起降飞机。当时曾产生过不少设计方案，并试制了十几种样机，但终因技术难度较大或工作可靠性较差而半途夭折。

### 前苏联舰载“雅克”-36 垂直起降飞机

70 年代，英国首先研制成功“鹞”式垂直起降飞机，并正式装备部队，从而为世界航空兵器家族增添了一个新成员。“鹞”式飞机是怎样进行垂直起降的呢？原来它的发动机设有 4 个喷口，它们都在机身两侧喷气，而且可以转动。当喷口向下时，产生的推力可使飞机垂直上升；当喷口向后时，产生的推力可使飞机前进。这样，飞行员通过调整喷口的方向和角度，便可改变飞机的飞行姿态。这种飞机不需要跑道，有一块 35X35 米大小的空地便可起降，所以非常适于在岛屿和航母上起降。“鹞”式飞机虽具有上述优点，但它的一个致命弱点至今仍难以克服，这就是航速较低，作战半径较小，攻击威力较差。它时速只有 1000 公里，属高亚音速飞机，这和其它常规起降飞机相比差距很大，因为一般作战飞机都达：倍音速以上。由于垂直起降，所以受重量限制，挂载燃油和武器较少，加之垂直起飞时耗油量极大，所以作战半径只有 100 公里左右。为了增大航程，节省燃油和加大挂量，一般采用短距滑跑起飞，垂直降落方式，如再加挂副油箱，作战半径便可达三四百公里。

### 现役垂直/短距起降飞机有哪些型号？

目前，世界上处于实用阶段的垂直/短距起降飞机只有“鹞”式和“雅克”-36两型，“海鹞”是“鹞”式的派生型。它是英国垂直/短距起降舰载多用途战斗机，自1975年开始研制，1979年交付部队使用，现装备英国“无敌”级和印度“维克兰特”号航空母舰。此外，印度于1985和1986年又订购了18架“海鹞”飞机，准备装备新近从英国购买的“维莱特”（原英国“竞技神”）号航空母舰。“海鹞”是在世界上第一型投入实用的岸基固定翼垂直/短距起降战斗机的基础上由英国宇航公司为英国海军发展的舰载多用途战斗机。“海鹞”可执行多种作战任务：在执行空中作战巡逻任务时，可携带4枚空空导弹，作战半径185公里；执行反舰任务时，携2枚“海鹰”空舰导弹，作战半径370公里；执行侦察任务时，一次出动覆盖面积为96000平方公里。在1982年英阿马岛冲突中，英特混舰队搭载了28架“海鹞”飞机，冲突期间为执行空中作战巡逻任务出动1100多架次，为支援进攻出动90多架次，击落阿根廷飞机23架，表现十分出色。目前，现役“海鹞”飞机正在陆续接受中期改装。改装后，“海鹞”对地攻击和对付多目标的能力将有较大提高。同时，为了进一步加大载弹量、提高攻击能力，第3艘“无敌”级航母的滑翔甲板已从7增大到12”。这样以同样起飞长度（27.5米），起飞重量可增加1135公斤，或者在同样起飞重量下，起飞距离可减小50~60%。

#### 英国海军“海鹞”垂直/短距起降飞机

AV-8B“鹞”式是美国麦道公司和英国宇航公司在原美国海军陆战队AV-8A“鹞”式飞机的基础上为西班牙海军改进发展的舰载垂直/短距起降飞机。西班牙海军已订购12架，编号为EAv-8B，1987年底美方交货，将装备西班牙海军新建的“阿斯图里亚斯”号航空母舰。

“雅克”-36“铁匠”是前苏联海军的舰载垂直/短距起降战斗机，主要用于对地面和海上目标实施低空攻击和侦察，并具有一定的舰队防空能力。前苏联从60年代中期开始探索飞机垂直起降技术，70年代上半期“雅克”-36飞机开始装备部队使用。目前，每艘“基辅”级航空母舰携带13架“雅克”-36飞机。

#### 世界上第一架垂直起降飞机是什么型号？

为了设计一种不需要跑道，能在城市广场、楼顶、林中空地和中型军舰上垂直起飞和降落的飞机，各国飞机设计人员都绞尽脑汁，进行了大量论证和研究。1954年8月、日，美国终于研制成功世界上第一架XFY-1型垂直起降飞机，并进行了首次试飞。当时，这种新概念飞机又称为推拉力换向式飞机，这主要因为它和常规起降飞机相比，有两个独到特点：一个是航空发动机的拉力超过飞机重量，另一个是这种拉力可以变换，即在起飞和悬停工作状态时，拉力应该向上；在水平飞行时，拉力应该向前。

XFY-1型飞机采用的是5260马力发动机，飞机自重6800公斤，有两片共轴式螺旋桨，在起飞时可产生9000公斤拉力，因而可使飞机以30米每秒的速度爬升。

#### 什么是偏转翼飞机？



除垂直/短距起降飞机外，还有一种新型的偏转旋翼飞机，它是集固定翼飞机与直升机特点为一体的高技术型飞机。目前，美国正处于试验阶段，预计将成为海军航空母舰和海军陆战队的一个重要机种。

飞机偏转翼技术是 40 年代首先由美国发展的，经过 20 余年的研究，美国贝尔飞机公司在美陆军和海军的资助下，于 1977 年推出 XV-15 偏转翼飞机试验样机。偏转翼飞机是旋翼可以改变姿态和角度的一种飞机，其旋转式发动机安装在短而粗的机翼端部。在起降过程中，旋翼处于水平向上位置，因而可以象直升机一样垂直起降和在空中旋停，在飞行过程中，旋翼可转入垂直向前而高速飞行，最大飞行速度达 660 公里/小时，比一般直升机高 1 倍。偏转翼飞机的这些特点使其特别适合在航空母舰上使用。

1984 ~ 1985 年，XV15 飞机在航空母舰上作了起降试验，获得良好效果。偏转翼飞机的另一个突出特点是经济性好，非常省油，其耗油量仅是普通直升机的一半左右，因而续航力较大。目前偏转翼飞机尚处于研制试验阶段，待技术成熟成批生产后，造价可望降到直升机水平。

V-22“鱼鹰”式偏转翼飞机是在 XV-15 试验样机的基础上，根据美国“三军联合先进垂直升力飞机计划”研制发展的一型多用途飞机。

V-22 飞机的最大飞行速度为 630 公里/小时，最大垂直起飞重量为 18 吨，若使用 150 米长的跑道，起飞重量可达 26.8 吨。为了便于舰载，V-22 的机翼可快速折叠，折叠后的飞机最大宽度仅为 5.5 米。

#### 美国 XV-15 偏转翼飞机

### 直升机发展了几代？

直升机是现代战场上的轻骑兵，是现代战争中一支重要的军事力量，早在 1907 年，法国工程师就设计了世界上第一架能载人离开地面的直升机，它采用 4 副旋翼，能载：名飞行员。1937 ~ 1940 年间，德国的福克、美国的西柯斯基和前苏联的布拉图欣分别设计了三种不同类型的直升机，从而宣告世界上第一代直升机的诞生。二次大战期间，直升机未得到重视和发展，直到战后，随着航空工业的发展和军事需求的增强，直升机才逐步成为一个专门的机种。战后以来共发展了四代：第一代是 1946 ~ 1955 年生产的，主要代表型有“贝尔”-47 和“米”-4 等。它采用活塞式发动机和木质混合式旋翼，使用寿命 600 小时，最大飞行速度 200 公里/小时。第二代是 1956 ~ 1965 年投产的，代表型为“米”-8 和“超黄蜂”，它采用涡轮轴喷气发动机和金属旋翼，使用寿命为 1200 小时，飞行速度为 200 公里/小时。第三代是 1966 ~ 1975 年以后投产的，采用新型纤维旋翼，寿命在 3600 小时以上，最大飞行速度 300 公里/小时，代表型有“山猫”等。第四代是 1976 ~ 1986 年生产的，其代表型有“松鼠”、S70 等，它采用新型复合材料旋翼，飞行速度达 350 公里/小时。目前正在研制的有 NH-90、EH-101 等直升机。

#### 美海军 SH-2F 直升机在投放声纳浮标

### 直升机在现代战争中的主要作用是什么？

在现代陆战中，直升机已成为一支重要的轻骑兵，在马岛登陆作战和海湾战争中，先后创造了“蛙跳”战术和“纵深机降”战术，极大地影响了战争的进程。陆战中，直升机主要进行反坦克作战、空中兵力兵器机动、空中火力掩护与支援及空中侦察、探测和攻击等；从目前发展看，直升机和坦克、装甲车辆配合，将构成现代陆战的主要作战兵力。

在现代海战中，舰载直升机的主要任务是反潜搜索与攻击、空中预警、反舰攻击、海上扫雷作业、登陆火力支援、兵力机动、兵器运送及海上运输、补给等。今后的发展重点是所有中、小型舰艇都装备直升机，而且有的多达3架以上。

美国 RH-53D 扫雷直升机为船队开路

### 军用直升机是怎样分类的？

军用直升机按任务分主要有武装直升机、反潜直升机、扫雷直升机、运输直升机、多用途直升机和反舰直升机等。按重量级别划分，一般可分为五种：轻型直升机，总重2~8吨，如“云雀”、“贝尔”等；中型直升机，总重8~15吨，如CH-46A、“米”-8等；重型直升机，总重15~20吨，如CH-47、CH-53A等；超重型直升机，总重40吨以上，如“米”-6、“米”-12等；起重型直升机，总重20~40吨，可起重8~10吨，如CH-64、“米”-10等。

按结构形式可分为七种：带尾桨式单旋翼直升机，它应用最广，占80%以上；共轴式双旋翼直升机，两副旋翼装在一根轴上，一上一下配置；纵列式双旋翼直升机，两副旋翼前后配置，主要用作运输和起重机。此外，还有一些造形独特，但应用不多的直升机，如横列式双旋翼直升机、交叉式双旋翼直升机、多旋翼直升机和喷气式直升机。

马岛海战中，英军用直升机空运防空导弹和火炮上岸以巩固滩头阵地

### 航空机枪、机炮的口径是怎么划分的？

口径是武器的一项极为重要的战术技术性能指标，在航空武器中，通常用口径来标称和度量的有航炮、机炮、火箭弹和航空炸弹等。

关于枪与炮的口径划分，我国和苏、日、欧洲等国一样，都是以20毫米为界，凡口径小于20毫米的身管射击武器为枪，大于或等于20毫米的为炮。美国枪与炮的口径分界线是15.2毫米。枪炮的口径一般是指内径，如对滑膛炮来说，就是指炮管内径，但对线膛炮来说，口径的含义则是指炮管内两条相对应的阳线（即来复线）之间的距离。用以标称枪炮口径的单位用毫米或英寸。枪炮的口径除用以表示枪管和炮管的粗细之外，还用来表示枪管和炮管的长度，通常以其口径倍数来表示。例如，火炮的炮管长度为40倍口径，即在其口径为20毫米的情况下，则炮管长度即为800毫米（40X20）。从航空枪、炮的发展来看，在航空机枪方面，虽曾使用过5.56，7.5，7.62，7.7，7.9，12.7，13，15.2等不同口径的机枪，但目前最常用的只有三种口径：5.56，7.62和12.7毫米，主要装备武装直升机、轻型飞机和老式轰炸机，现代高性能作战飞机一般不装备航空机枪。在航空机炮方面，虽曾广泛使用

过 20, 23, 25, 27, 30, 37, 40, 55, 57, 75, 105 毫米等不同口径的炮, 但目前主要装备的也只有三种口径: 20, 23 和 30 毫米, 主要用在战斗机、攻击机、战斗轰炸机和轰炸机上。

关于枪弹、炮弹和火箭弹的口径, 一般指弹体直径, 通常用毫米或英寸表示。线膛枪、炮弹的口径, 是指弹头本身的直径。航空机枪的子弹和航空机炮的炮弹口径与枪、炮本身的口径是一致的。

### 航空火箭弹的口径是怎样划分的?

航空火箭弹口径繁多, 计有: 37, 50, 50.8, 55, 58.9, 60, 63, 68, 70, 75, 76, 78, 80, 82, 89, 100, 102, 114, 120, 127, 130, 135, 145, 160, 165, 180, 210, 240, 254, 300 和 430 毫米等, 其中, 130 毫米以上的为大口径火箭弹, 其余均为中小口径火箭弹。大口径火箭弹采用滑轨式发射器发射, 其余均为管式发射器发射。按作战任务的不同, 航空火箭弹可分为三种: 空对空型, 战斗机对轰炸机作战使用, 口径 50~70 毫米; 空对地型, 攻击机、战斗轰炸机对地攻击使用, 口径为 90~300 毫米; 对空对地两用型, 多用途战斗机和武装直升机及轻型飞机攻击空中和地面目标使用, 其中, 多用途战斗机所用火箭弹口径 70~130 毫米, 其余为 37~130 毫米。

### 航空炸弹是怎样分类的?

航空炸弹种类繁多, 品种齐全, 很难用简单的分类方法全部包容。就常用的航弹而言, 一般可以按下述四种方法进行分类。

根据炸弹的用途, 可以分为两种: 一是直接杀伤和破坏目标的炸弹, 如爆破、杀伤、穿甲、燃烧、反坦克、反雷达、反跑道炸弹, 以及燃料空气炸弹、化学炸弹、生物炸弹、核航弹等; 二是特种用途炸弹, 如航空照明炸弹、标志炸弹、照相炸弹、烟幕炸弹、宣传炸弹和训练炸弹等。

根据控制方式, 也可以分为两种: 一是无控炸弹, 或非制导炸弹, 即载机投放炸弹后, 航弹按自由抛体弹道降落, 其弹道无法变动; 二是可控炸弹, 或称制导炸弹, 即炸弹投放后, 可以利用激光、电视、红外、毫米波等制导方式不断修正弹道, 使之精确导向目标, 这类炸弹也称作灵巧炸弹, 集束炸弹(子母弹)也应包括在此类中。

### 法国空军“美洲虎”携带的 BGL 激光制导炸弹

根据炸弹运动速度的变化, 又可以分成两种: 一是非减速炸弹, 即普通炸弹, 弹体上没有设置任何减速装置, 投放后按自由落体弹道降落; 二是减速炸弹, 它主要分低阻弹和减速弹两种。低阻弹是适应超音速飞机的高速飞行、用于减小所挂航弹的空气阻力而专门设计的一种炸弹, 也是用途最广、用量最大的一种炸弹。一般炸弹弹长与弹径的比例为 4~5:1, 而这种炸弹则可达 7~8:1, 因此弹体修长, 线型美观, 气动性能良好。减速弹是适应现代战争条件下载机低空或超低空突防、采用水平和俯冲方式投弹而发展起来的, 主要目的是避免自己投的炸弹因落地过快而炸伤自己。这类炸弹多通过在弹体上加装尼龙式、机械式或布-机械联合式降落伞而达到减速的目的。有的炸弹还配有减速-加速装置, 即飞机低空投弹后, 航弹降落伞自动打

开进行低速降落，待预定时间到达之后（即飞机已飞离危险区），弹尾火箭点火，烧断降落伞并同时加速，以增加穿甲冲击力。

根据炸弹装药，还可分为常规装药炸弹、燃料空气炸弹、核航弹、化学炸弹、生物炸弹（细菌弹）等。

### 航空炸弹的口径是什么含义？

航空炸弹通常也用口径来称谓，它的含义和使用单位与枪弹截然不同，而是一种标示炸弹重量的单位，一般用公斤或磅来标称，通常有：1, 2.5, 5, 10, 25, 50, 100.250, 500, 1000, 1500, 2000, 3000, 5000, 9000。炸弹属于轰炸类武器，一般采用炸弹架投放。常规炸弹的威力由炸弹的口径决定，口径越大，炸弹的重量也就越大，威力也随之增大。

### 航空炸弹是怎样发展和应用的？

自从 1914 年德国飞机第一次轰炸法国的吕内维尔城之后，航空炸弹的发展一直方兴未艾。第一次世界大战时只有爆破弹和杀伤弹两种类型，然而目前已发展成拥有数百个类型、门类齐全、功能完备的一个庞大家族，仅美国就有 200 多种用途各异的炸弹。

航空炸弹虽是一种古老而传统的兵器，但由于其装药量多，再加上现代电子精确制导、火箭推进和集束装甲等先进技术的广泛运用，使其身价百倍，作战效能成十、成百倍地提高，炸弹通常以重量（磅或公斤）为单位进行度量。一次大战时最重的炸弹不过 500 磅，而现在，最重的则达 22000 磅。二次大战时，飞机最大载弹量为 3 吨（如美国 B29），而现在则达 32 吨以上（如美国 B-52，它能挂 250～340 公斤的重磅炸弹 108 枚，而且可在几秒钟内全部投下，破坏面积达 1500X400 米的面积）。二次大战中，盟军对德投弹 420 多万吨，仅 1945 年 2 月的一次战役，就将 15 万平方公里的城市夷为平地，13.5 万人伤亡。战争中用炸弹击沉的各国海军舰艇达 272 艘，占被击沉总数的 38.3%。战后以来，在历次战争中炸弹的作用也十分明显：在 10 年的越南战争中，美军出动 122.9 万架次，共投弹 632～672 万吨，平均日投弹量 1756～1867 吨；在 3 年的朝鲜战争中，美军出动 10.4 万架次，投弹量 70 万吨，平均日投弹量 630 吨；在 42 天的海湾战争中，美军和多国部队共出动 11 万架次，投弹量 8.85 万吨，平均日投弹量 2058 吨。

### 法国“幻影”2000 战斗机发射 BGL 激光制导炸弹

### 反跑道炸弹是怎样用于实战的？

1976 年 6 月，第三次中东战争的第一天，以色列出动大批飞机绕道地中海上空，超低空突入埃及等阿拉伯国家领空，把其主要空军基地和在机场待命的 354 架飞机全部炸毁，使其彻底丧失了空战能力，对赢得这场战争的胜利发挥了重要作用。

### 美国空军的“迪朗达尔”反跑道炸弹，载机为 F-15E

1991 年 1 月，在海湾战争中，为了躲避多国部队的空袭和轰炸，伊拉克把飞机全部转入地下机库，尽管如此，装有反跑道炸弹的英国“旋风”式战斗机还是把伊主要机场全部炸毁，42 天的战争中，伊军飞机几乎没能起飞迎击。由此可见，把敌机摧毁于地面或将其赖以起飞的机场和基地彻底炸毁，不失为现代战争的一个重要战术。

### 90 年代有哪些反跑道炸弹？

在现代战争条件下，攻击和摧毁敌机场，比进行激烈的空战和夺取空中优势更为重要，因此，近年来各国都在积极发展反跑道炸弹，以压制敌空军的反击作战能力。目前常用的反跑道炸弹有美国的 JP-233、法国的“迪朗达尔”和 BAP-100，以及西班牙的 BAFA 等。90 年代新型反跑道炸弹主要有：美国的 DAACM、AGM-130 日和 1GTD，德国的 ASW 等。

DAACM 是一种反跑道集束炸弹，称为直接攻击机场弹药。其弹重 454 公斤，弹箱内装 8 枚 BLU-106/B 火箭助推能穿甲反跑道子炸弹和 24 枚 HB876 大面积杀伤地雷。

BLU106/B 直径 100 毫米，重 20.5 公斤，着地速度 336 米/秒。

HB876 装有智能传感器和预制破片，既能炸毁机场，又能杀伤人员，还具有定时起爆和自毁功能。

AGM-130 日弹箱内可装 15 枚反跑道炸弹和 75 颗大面积杀伤地雷，夜间使用时，还可装配电视或红外跟踪设备。

### 反跑道炸弹是怎样破坏机场跑道的？

反跑道炸弹是一种专门用于攻击和摧毁机场的新型武器，目前主要有以下几种型号：法国的“迪朗达尔”、西班牙的 BAPA、英国的 JP233 等，正在研制和试验的有美国的 DAACM“直接攻击机场综合弹药”和 AGM-130B 远距离投放的弹箱式反跑道炸弹，还有德国的 ASW 型反跑道炸弹。

JP233 是英国研制的一种低空投放式反跑道炸弹，1985 年开始装备“旋风”GR-1（亦称“狂风”）战斗机，1991 年在海湾战争中首次使用。

JP233 是一种大面积杀伤破坏用子母弹型反跑道炸弹，它有前后两个弹箱，前弹箱内装 30 枚用于炸出弹坑的小地雷，约占弹箱总长的 1/3；后弹箱内装 215 枚小穿甲爆破弹，弹箱总重 2500 公斤，飞机一次可携两枚。小地雷装有能延期数小时乃至数天的延时引信，投布到机场跑道及周围地区后，可阻止地勤人员进行跑道修复作业。小炸弹装有短时延时引信，先破土而入，然后爆炸，形成一个个弹坑。

法国的“迪朗达尔”反跑道炸弹战斗部重 100 公斤，可在 60 米低空投放，一枚炸弹可破坏 150~200 平方米跑道。这种炸弹全重 218 公斤，触地速度 227 米/秒，能钻地 40 厘米爆炸，战斗机和攻击机均可携带。在 1991 年的海湾战争中，这种炸弹首次用于实战。DAACM 是一种高效反跑道集束炸弹，弹重 454 公斤，采用弹雷结合方式。其中，弹箱内装 8 枚 BLU-106/B 型火箭助推能穿甲反跑道子炸弹，另外还有 24 枚 HB876 大面积杀伤地雷。子炸弹分离后，弹载小降落伞自动打开，炸弹减速下落，火箭助推器点火，降落伞被切断，炸弹加速，以 363 米/秒的触地速度钻地爆炸。小地雷也用降落伞减速

落地，利用延迟引信延时起爆，以阻止跑道的修复。

美国反跑道集束炸弹 DAACM 剖视图，前面是 8 枚动能穿甲弹，后面有 24 枚大面积杀伤地雷。小图是动能穿甲弹从弹箱释放后，张开降落伞和尾控制面，控制动能弹以 65° 角向下攻击，然后点燃火箭发动机，抛弃降落伞

AGM-130B 是一种远距离投放的弹箱式反跑道炸弹，由 GBU15 (V) N/B 型滑翔制导炸弹加装火箭助推装置构成。战斗部采用集束弹箱，弹上装有电视或红外跟踪装置，能在夜间攻击目标。ASW 反跑道炸弹是一种钻地延时起爆炸弹，能穿透几米厚的混凝土层，大面积破坏目标。美国正在实施的 1GTD 计划，能将炸弹的圆概率误差从 90 米下降到 15 米，主要是在弹上加装惯性制导系统。美国还准备用巡航导弹携带子炸弹，沿横向撒布，破坏机场跑道。

### 什么是集束炸弹？

集束炸弹实际上是一种子母弹，早在第一次世界大战期间就已经出现，战后在越南战争中得到迅速发展。集束炸弹是通过扩大杀伤面积来提高杀伤效能的一种武器，目前各国使用的典型型号有：英国的 BL775、法国的“贝卢卡”、美国的“石眼”、以色列的 TAC-1、前苏联的 PTK — 250 和德国的 MW-1 等。在这些炸弹中，仅美国的 CBU 系列就有 50 多个种类，它包括杀伤弹、反坦克弹、空投地雷、燃烧弹和毒气弹等。美国的 MK20 集束炸弹一个弹箱内可装 247 枚小弹头，能穿透 260 毫米的装甲，对海上的水面舰艇和陆上的坦克有很大的杀伤破坏作用。法国的“贝卢卡”集束炸弹已销售许多国家，它全重 285 公斤，弹长 3.3 米，内装 151 枚小炸弹，反坦克时穿甲厚度达 300 毫米。

#### 德国空军“旋风”攻击机翼下的 MW-1 集束炸弹布撒器

BL755 全弹重 273 公斤，内装 147 枚小炸弹，如果载机以 834 公里/小时的速度在 45 米高度投放时，能形成一个 180X45 米的椭圆形覆盖面，比 68 毫米火箭的作战效能大 5 倍多。这种炸弹在对付坦克等装甲目标时，能穿透 250 毫米的装甲，比通用炸弹的杀伤效能高 3 倍以上；在对付软目标时，可产生 2000 多块杀伤碎片，其毁伤概率比普通炸弹高 5 倍多。

目前，集束炸弹正在向高精度、大破坏威力方向发展，炸弹上加装了动力装置和惯性制导系统，弹箱内的小炸弹还加装了寻的装置。在 1991 年的海湾战争中，英国的 BL755 和法国装备的德制 MW-1 集束炸弹都首次用于实战。

### 90 年代的集束炸弹有哪些型号？

集束炸弹是有效攻击坦克、车辆、机场、交通枢纽、舰船等大面积目标的重要航空武器，90 年代在研制和装备使用的新型集束炸弹有美国的 TMB 战术武器撒布系统、WAAM 大面积反装甲武器、LLDS 带升力的低空投掷武器和 ERAM 增程反坦克地雷，北约的 LOCPD 低成本动力型撒布系统，英国的 AsR1238 和 VJ291 型集束炸弹，德国的 MW-X 和 SR — SOM 短距空地武器等。

美国空军研制的“盖特”战术布撒器是一种从空中布撒地雷的武器，命名为 GBU89。一个弹箱内能容 72 颗反坦克地雷和 22 颗杀伤地雷，载机投弹

的速度范围为 370 ~ 1300 公里/小时，高度范围为 61 ~ 12192 米。一架飞机可载 6 个弹箱，一次投弹可覆盖 200 策 300 米的面积，弹箱内抛撒的 BLU91/B 型反坦克地雷为半智能型地雷，能自动控制起爆时机。

法德合研的“阿帕奇”/CWS 型重型集束炸弹是攻击威力最大的一种炸弹，它分三个阶段发展和研制，近期目标为重约 1 吨，小翼面弹箱，不带动力装置，投放距离 7 ~ 15 公里；中期目标为重约 1.15 吨，加装火箭助推器，伸张式翼面弹箱，投放距离 25 ~ 35 公里；远期目标为重约 1.22 吨，带涡喷发动机，攻击距离在 50 公里以上。这种集束炸弹可装常规子炸弹、地雷、反跑道子炸弹、反坦克子炸弹和反掩蔽部子炸弹等各种子弹药，从 90 年代中期起将装智能型子弹药。

德国的 MW-X 型集束炸弹是 MW-MW-I 大型集束炸弹的发展型，它带有动力装置，攻击范围达 600 公里，配有自主式地形匹配导航系统，可装各种子弹药。德国的 SR - SOM 短距空地武器是一种能在敌火力圈外攻击目标的集束武器，它分 650 公斤级和 1300 公斤级两种，弹箱翼展 2.3 米，长 3.4 米或 4.2 米，作战距离在 20 公里以上。

### 什么是燃料空气炸弹？

燃料空气炸弹也叫油气炸弹，俗称“气浪”炸弹。它采用乙烯氧化物和甲基乙炔等非常容易挥发的燃料，以液态形式存储在炸弹战斗部内。当炸弹接近目标上空或地面炸开后，燃料大量外溢，与空气中的氧气混合，形成气溶胶态的爆炸云雾。炸弹爆炸和燃烧后能在局部地区形成强大的能量，对地面形成巨大的超压，所以，这种炸弹可以大面积杀伤人员、车辆和水面舰艇；能有效地清除地雷，为后续部队开辟安全通道；也能摧毁地面工事、烧尽丛林等掩蔽物。实验证明，用环氧乙烷爆轰后的冲击波作用面积比梯恩梯炸药大 40%。

#### 燃料空气炸弹示意图

美国目前装备的 CBU-55/B 型炸弹，爆炸后产生的超压达 21.1 公斤/平方厘米，其破坏效能比普通炸弹高 5 倍。在 CBU-55 和 CBU-44B 的基础上，美国已经发展了 CBU-72B、HsF-1、HsF-1 等第二代炸弹，正在研制的第三代据说比第一代爆炸威力高 4 ~ 5 倍，而比同等重量的梯恩梯炸药则高 10 ~ 20 倍。据计算，一枚重 553 公斤的燃料空气弹距爆心十几米处的超压峰值与一枚 50 吨当量的核炸弹距爆心 20 米处的超压峰值相当。

### 常用的精确制导炸弹有哪些型号？

精确制导炸弹是指命中精度在 80% 以上的炸弹，亦称作“灵巧炸弹”。这种炸弹是 60 年代以后发展起来的，目前主要是美国和法国应用较为广泛。精确制导炸弹分为红外、毫米波、电视和激光等多种制导方式，其中最常用的是电视和激光制导。

电视制导炸弹中最为典型的是美国的 GBU-15，这种炸弹可以直接攻击目标，因炸弹投放后仍可将收到的目标电视图象传送给飞机，由飞机不断发回修正指令。

1985 年以后，又研制了红外成像导引型（OI3UI5（v）2/B），其重量一般为 900～1360 公斤。

激光制导炸弹中最早的是“铺路”型（又译作“宝石路”），第一代首次用于实战是在越南战争时期，目前已发展到第三代，即“铺路”- GBU24 型激光制导炸弹。美利冲突和海湾战争中曾大量使用。这种炸弹又称作“低空激光制导炸弹”（LLLGB），因为它采用了放大的弹翼和新的比例导引法追踪目标，所以在跟踪被激光束照射的目标时能够进行更有效的滑翔。这种炸弹的载机可在低空远距离或以 15° 仰角投弹（一般可距目标 8 公里投弹），炸弹投放后利用末制导装置可以自行修正偏差。

法国研制的 BGL 系列激光制导炸弹分为 250、400 和 1000 公斤三个级别，采用折叠式尾翼，可低空（50～100 米）水平投掷，允许飞机飞行马赫数 0.9，投掷距离可选在 7～12 公里。此型炸弹性能与“铺路”- 不相上下。

### 90 年代新型制导炸弹有哪些型号？

航弹是空军的主要对地攻击武器，随着科学技术的发展和进步，现代航弹已产生了很大的变化，其发展重点主要集中在制导炸弹、集束炸弹、反跑道炸弹和燃料空气炸弹这四大类别上。

制导炸弹是 60 年代以后装备使用的一种新型航弹，其制导方式主要有四种：电视、激光、红外和毫米波制导，近 30 年来，制导炸弹发展了两代，第三代正在研制之中。90 年代的新型制导炸弹主要有三个型号：AGM-130、“铺路”Ⅲ和 BGL 系列炸弹。

AGM-130 火箭助推型滑翔制导炸弹是美国 GBU-15 炸弹的改进型，它主要改装毫米波或先进的红外导引头，其弹长 3.92 米，直径 0.45 米，翼展 1.49 米，发射重量 1323 公斤。GBU-15 系列炸弹的圆概率误差只有 1 米，60～300 米高度投弹时其滑翔距离为 8 公里，高空投弹时滑翔距离可达 48 公里。

AGM-130 改进制导和推进方式后，作战效能将进一步提高。“铺路”Ⅲ是由美国“铺路”1、I 型改进而来的，其正式命名序号为 GBU-24，称为低空激光制导炸弹。该型炸弹仍采用 2000 磅的 MK84 标准多用途炸弹作为弹体，主要改进是采用了比例导引法去追踪目标。BGL 系列激光制导炸弹是法国最新的一种炸弹，它由 400 公斤级和 1000 公斤级两种，1000 公斤级可低空投掷，采用折叠尾翼和先进的激光制导系统。

“铺路” 激光制导炸弹，重 900 公斤



## 精确制导炸弹在现代战争中发挥过哪些作用？

我们从电视屏幕上清晰地看到这样一幅画面：1991年1月17日凌晨，美国空军的F-117A隐身战斗机携两枚激光制导炸弹飞抵伊拉克空军指挥大楼，在距目标50米处发射出一束激光，继而一枚炸弹落入大楼顶部的通风口内，顿时，这幢高达数十米的建筑物被夷为平地。在轰炸两河流域的42座桥梁的空袭战中，美军用F-15E、F-16、F-18、A-18等先进飞机挂常规无制导炸弹连续出击100余架次，投弹数千枚，42座大桥仍巍然屹立，完好如初。为彻底切断伊军交通线，美空军不得不派F-117A和F-111战斗轰炸机携激光制导炸弹出击，结果一个晚上就炸毁了7座大桥。据统计，海湾战争中F-117A战斗机携2000磅（907公斤）激光制导炸弹，对桥梁、军事基地、指挥部等强防卫核心目标轰炸的总命中概率高达95%以上。计算表明：1架单座F-117A携2枚2000磅激光制导炸弹所达成的作战效果，相当于10名乘员的B-17重型轰炸机飞行4500次、投弹9000枚所达成的作战效果。如携带1枚2000磅激光制导炸弹，其破坏效能则相当于200枚无制导炸弹的作战效能，效费比可提高4~5倍。

AGM-65D型“小牛”导弹可有效对付机库及掩体等加固目标

其实，激光制导炸弹的第一次战例发生在越南战争时期。当时，美军为炸毁清化大桥出动了6000架次飞机，投弹数千吨，损机18架仍未能奏效。结果，只用了3枚第一代“铺路”激光炸弹就把大桥彻底摧毁，从而引起人们的高度重视。在1986年4月15日凌晨轰炸利比亚的战斗中，美国又试验了第二代激光制导炸弹的威力，当时居然差一点儿把总统卡扎菲炸死。精确制导炸弹是多次经实战验证的、命中精度相当高的一种现代兵器。我们知道，无制导炸弹的圆概率误差达100~120米以上，有时超过250~300米，而精确制导炸弹的圆概率误差却只有3~7米，在60~300米高度投弹时则只有1米误差（如GBU15），其命中概率高达90%以上。这种炸弹为什么能够精确命中目标呢？

## 精确制导炸弹为什么能精确命中目标？

一般来讲，所谓精确制导炸弹只不过比普通炸弹多了一种特殊装置，即自动导向目标的寻的装置，其余部分基本和普通炸弹相同。由于加装了自导装置，就使它具备了导弹的功能，所以命中精度明显提高；但由于没给它装发动机，只能靠滑翔等方式自由坠落，所以又不能算作导弹。精确制导炸弹分三种制导方式，分别为电视、红外和激光，其中以激光制导最为简单，造价又低（一套激光制导装置约 2800 美元，把一颗 3000 磅的炸弹改装为激光制导炸弹仅 4800 美元，如改成电视制导炸弹则需 19800 美元。）且可昼夜全天候使用，因而发展较快，使用得也最多。

### 携带“铺路”激光制导炸弹的“幻影”战斗机

激光制导炸弹由寻的头、操纵舱、弹体和尾翼组成。飞机接近目标前必须在有效作用范围内投弹，然后，飞机照直前飞，但必须在炸弹命中目标前始终用激光器发射激光束照射目标。根据飞机照射到目标又反射回来的激光信息，炸弹寻的头开始跟踪，即顺着这个反射激光信号不断修正航向，保证始终对准目标，直至命中。

## 制导炸弹第一次用于实战是在什么时候？

我们对美国在越南战争时期第一次使用电视和激光制导炸弹的战例比较熟悉，却很少有人知道，在此 20 多年之前，德国空军就曾使用无线电制导炸弹重创了意大利海军舰队。

二次大战时期的德国，军工生产相当发达，它不仅首先研制出了著名的 V-1、V-2 火箭，并隔海轰击过伦敦，还研制了两种鲜为人知的秘密武器：SD-1400X 和 HS-293 制导炸弹。这种炸弹是用重达 1400 公斤和 784 公斤的穿甲炸弹改装的，改装主要体现在四个方面：在长达 3.4 米的弹体中央加装了一对单翼，所以外形很象一架小飞机；为了增加穿甲能力，加装了一具火箭发动机；在弹体后半部加装了一台无线电接收机，并让它与弹体扰流器和方向舵相连；为了便于指示航迹，在弹尾加装了一个闪光装置。投掷前，飞机瞄准手首先要准确控制炸弹的投放时机；投放后，瞄准手用肉眼跟踪弹尾的闪光装置，并用调频无线电向坠落中的炸弹发射修正指令（向上、向下、向左转、向右转四个指令），直到命中目标。

1943 年 8 月 27 日，德国空军用 HS293 一举击沉正在比斯开湾游大的一艘英国“埃克勒多”号巡洋舰，创下了制导炸弹击沉军舰的第一个战例。当时，盟军并没意识到这是一种可怕的秘密武器。同年 9 月 9 日，德军飞机又用 SD1400X 型炸弹攻击意大利海军最新的“罗马”号快速战列舰，仅两枚炸弹就炸通其三层厚装甲甲板，进水沉没。接着，又开始攻击在同一海域的“意大利”号巡洋舰，使该舰遭重创，意海军司令在空袭中丧命。几天后，德国空军又相继击沉英国的“乌干达”号和美国的“萨班纳”号轻巡洋舰。9 月 16 日，在萨勒尔多海面的反登陆作战中，又对英国“瓦斯派特”号大型战列舰发起攻击。该舰连中 3 发炸弹，一发命中烟囱附近，贯通六层甲板后在底部爆炸；另两发炸烂了两舷，锅炉被毁，进水达 5000 余吨，险些沉没。

战争中，德军共实战应用了 100 多枚 SD1400X 制导炸弹，并研制了五种

改型，还研制了具有电子对抗功能的遥控装置。到后来，居然还研制出了有线制导装置和利用敌方雷达波自动寻的炸弹，这为后来的线导导弹、反辐射导弹和激光制导炸弹的研制提供了重要基础。战争中德军约生产了 1700 枚 HS293 型炸弹。

### 世界上第一颗人造卫星是什么时候升空的？

1957 年 10 月 4 日，前苏联成功地发射了世界上第一颗人造地球卫星——“人造地球卫星”-1 号。这颗卫星是沿椭圆轨道绕地球运行的，其轨道近地点为 228.5 公里，远地点为 946.1 公里，轨道倾角（轨道平面与地球赤道面的夹角）为 65°，运行周期（绕地球一圈的时间）为 96.17 分钟，整个卫星重 83.6 公斤，卫星直径 58 厘米，星体结构材料为铝合金，星内装有无线电发射机和其它测试仪器等。“人造地球卫星”-1 号是使用“卫星”号运载火箭发射升空的，整个运载火箭起飞重量 267 吨，高达 29.2 米，最大宽度 10.3 米。

同年 11 月 3 日，继“人造地球卫星”-1 号之后，“卫星”号运载火箭又把世界上第一颗携带小狗“莱伊卡”的生物卫星送入太空。该星重 508.3 公斤，星内除“莱伊卡”外还装有空气、食物和其它生理测量仪器。“莱伊卡”在卫星上平安地遨游太空 100 多小时，完成了试验任务，终因当时卫星不能回收而死在空间。这次试验，证明在人造宇宙飞行器内，生物可以安全地生活在宇宙之中。

### 世界各国首颗卫星都是什么时候发射的？

前苏联第一颗人造地球卫星的发射成功，揭开了人类向太空进军的序幕，大大激发了世界各国研制和发射卫星的热情。

美国于 1958 年 1 月 31 日成功地发射了第一颗“探险者”-1 号人造卫星。该星重 8.22 公斤，锥顶圆柱形，高 203.2 厘米，直径 15.2 厘米，沿近地点 360.4 公里、远地点 2531 公里的椭圆轨道绕地球运行，轨道倾角 33.34°，运行周期 114.8 分钟。发射“探险者”-1 号的运载火箭是“丘辟特”四级运载火箭。

法国于 1965 年 11 月 26 日成功地发射了第一颗“试验卫星”-1 (A-1) 号人造卫星。该星重约 42 公斤，运行周期 108.61 分钟，沿近地点 526.24 公里、远地点 1808.85 公里的椭圆轨道运行，轨道倾角 34°。

24”。发射 A1 卫星的运载火箭为“钻石”，tA 号三级火箭，其全长 18.7 米，直径 1.4 米，起飞重量约 18 吨。

日本于 1970 年 2 月 11 日成功地发射了第一颗人造卫星“大隅”号。该星重约 9.4 公斤，轨道倾角 31.07°，近地点 339 公里，远地点 5138 公里，运行周期 144.2 分钟。发射“大隅”号卫星的运载火箭为“兰达”-45 四级固体火箭，火箭全长 16.5 米，直径 0.74 米，起飞重量 9.4 吨。第一级由主发动机和两个助推器组成，推力分别为 37 吨和 26 吨；第二级推力为 11.8 吨；第三、四级推力分别为 6.5 吨和 1 吨。

中国于 1970 年 4 月 24 日成功地发射了第一颗人造卫星“东方红”1 号。该星直径约 1 米，重 173 公斤，沿近地点 439 公里、远地点 2384 公里的椭圆

轨道绕地球运行，轨道倾角  $68.5^\circ$ ，运行周期 114 分钟。发射“东方红”1 号卫星的运载火箭为“长征”1 号三级运载火箭，火箭全长 29.45 米，直径 2.25 米，起飞重量 81.6 吨，发射推力 112 吨。

除上述国家外，英国、加拿大、意大利、澳大利亚、德国、荷兰、西班牙、印度和印度尼西亚等也在准备自行发射或已经委托别国发射了人造卫星。

### 世界上有哪些军用通信卫星？

目前，美国的军用通信卫星主要有以下几种型号：国防通信卫星，从 60 年代中期到 70 年代中期为第一代，由 26 颗各重 45 公斤的卫星在轨道上组成网，卫星设计寿命 6 年，可通 26 路电话。

70 年代中期以后发展了第二代，共发射 5 对卫星，卫星各重 610 公斤。

80 年代初期以后发展了第三代，卫星各重 885 公斤，设计寿命为 5~10 年。

美国战术通信卫星是专为飞机、舰船、地面站和飞船提供特高频话音线路的通信卫星，设计寿命为 5 年，卫星发射重量 694 公斤。舰队通信卫星是为海军、海军陆战队和其它军兵种通信研制的通用性卫星，星上带有 11 个转发器，约有 7000 条通信线路容量，在特高频段可同时传送 30 路电话和 21 路电传打字。卫星发射重量 1874 公斤，设计寿命为 5 年以上。“军用星”战略、战术中继通信卫星是一种具有极大生存能力的高级卫星通信网，卫星本身具有轨道机动、防辐射、防激光能力，它设有几条极高频信道。整个卫星网有 7 颗工作星和几颗备用星组成，处于 183 公里高的秘密轨道。它平时不工作，一旦其它卫星被击毁或失灵，备用星就接替工作。

前苏联卫星通信系统由三层网络组成，其中第二层是“闪电”型卫星（左）；第三层是“地平线”（右）同步卫星

前苏联在 1965 年发射第一颗“闪电”号通信卫星之后，已发展了多种型号的通信卫星。其“宇宙”号系列通信卫星中有战术通信卫星、数据中继卫星和对地同步轨道通信卫星三种类型，其中，战术通信卫星可以 1 箭 8 星的模式发射，一般每年发射两次共 16 颗。

英国的通信卫星叫“天网”卫星，其“天网”2 卫星重 227 公斤。法国的通信卫星为“电信”-IA、IB，重 1150 公斤。

### 怎样进行卫星通信？

所谓卫星通信，就是利用位于赤道上空约 36000 公里的人造地球卫星作为中继站来转发无线电波，在电波覆盖区域内两个或两个以上的地面站之间进行通信。卫星通信系统主要由通信卫星、天线、转发器、电源和地面站等组成。卫星通信时，地面站需先把话音信号调制到一个很高的载波频率上，通过天线经上行线路将载波信号向卫星发射。卫星接收到该载波信号后，先进行放大，再由天线经下行线路向地面转发，地面站接收到卫星发来的载波信号后，还原为话音信号，即实现了卫星通信。

“舰队卫星通信系统”为美海军提供了 90% 的通信服务，同时也为美国核力量的指挥和控制提供全球通信联系

通常在有线、无线通信时，往往受收发距离、环境条件等的限制，采用卫星通信时，不管是相距万里之遥，还是高山大海作障；无论是在空间、地面、海上，还是固定或移动，均可进行快速、迅达的实时通信，通信卫星几乎不受天候、季节等自然环境变化的影响，信号传播稳定可靠，通信质量较高，一般有 3 颗以 1200 间隔的通信卫星分布于静止轨道上，便可实现除南北极之外的全球性通信。

军用通信卫星主要分战略通信和战术通信两种类型，前者主要供国家最高指挥机构进行全球性战略指挥、控制和通信，后者则主要沟通战区、战场间、各友邻部队间，乃至各飞机、舰艇、车辆、个人间的机动通信。军用通信卫星的特点是抗干扰性好、可靠性高、生存力强、保密性好。

## 什么是卫星导航？

处于工作状态的“导航星”全球定位系统

飞机、舰艇、导弹和车辆等都需要进行导航和定位，目前最现设备，它不停地发出导航无线电信号。用户在接收到由几颗不同的导航卫星所发出的导航无线电信号后，便可以利用双曲线导航原理获得自己相对于卫星的位置等参数，然后根据“星历表”求出卫星的位置，进而算出用户自己的地理位置。同样，也可以测定用户本身的运动方位和速度。为了使全球用户都能利用卫星进行导航，导航卫星必须以多颗星组成网络，以保证用户任何情况下都能看到几颗导航卫星，只有这样，才能进行连续实时定位和测速。为此，美苏都发展了一些低轨道和中轨道的导航卫星。

## 美国有哪些导航卫星？

美国的导航卫星主要有两个系列，即“子午仪”导航卫星系统和导航星全球定位系统（GPS）。“子午仪”导航卫星 60 年代中期交付海军使用，70 年代以后执行改进计划，并于 80 年代初发射用于取代“子午仪”卫星的“新星”导航卫星。“子午仪”导航卫星系统属低轨道卫星系统，卫星运行于 1100 公里左右的圆形极轨道上，利用多普勒频移和标准时间定位原理进行导航，具有全天候、全球导航的特点，能提供高精度的经度、纬度二维定位数据，但不能进行连续实时导航，平均两次定位间隔时间为 35 ~ 100 分钟，有时最长可达 10 小时，全球用户一般每隔一个半小时便可利用卫星定位一次。“子午仪”卫星重 63 公斤，寿命 5 年，定位精度 50 米，工作频率 150 ~ 400 兆赫，倾角为 89° ~ 90°，周期为 100 ~ 107 分钟，利用 6 颗卫星以鸟笼状形式环绕地球运行，组成卫星导航网络。

导航星全球定位系统于 70 年代初期研制，80 年代中期已发射 15 颗星，整个系统于 80 年代末完成。该系统原计划发射 24 颗卫星组网，后改用 18 颗卫星组网，其主要特点是定位简单，可全球连续、实时、高精度定位，三维定位精度可达 16 米，三维速度精度优于 0.1 米/秒，时间精度可达 100 毫微秒。导航星全球定位系统主要为潜艇、水面舰艇、飞机、卫星、航天飞机、

地面车辆和人员进行导航和定位；为洲际弹道导弹进行中继制导，作为惯性制导系统的补充，以提高导弹的精度；为巡航导弹和战术导弹进行制导，配合惯导和地形匹配系统以提高导弹的命中精度。此外，还可用于飞机精确投弹和武器发射；照相侦察和大地测量；飞机着陆导航；飞机空中交会、加油、空投和空运；航空交通管制和指挥；火炮的定位与发射；舰船舰位的保持及搜索和救援等。

“导航星”全球定位单兵接收机，重 7.3 公斤，最大定位误差不到 16 米。1991 年海湾战争中，美军利用导航星全球定位系统准确地进行空中加油和集群轰炸，“战斧”、“斯拉姆”导弹精确对地攻击，潜艇、水面舰艇准确发射导弹、炮弹对舰、对岸轰击等。

### 什么是载人航天器？

载人航天是航天技术发展的重大突破和飞跃，是航天活动的必然。载人航天器是航天军事侦察装备中的重要组成部分，是未来航天侦察装备的骨干和主体。从军事意义上讲，载人航天器可考核和训练人在天上的适应能力，维修和操作军用航天器的能力，进行空间军事侦察的能力和进行天基武器试验的能力。另外，还可利用航天站来指挥引导部队作战，部署天基武器，甚至作为航天母舰进行空间作战，并对空中、地面及海上目标进行袭击。载人航天器一般可分为三种：载人飞船、航天站和航天飞机。

#### 英国宇航公司的 HOTOL 航天飞机模型

### 什么是载人飞船？

载人飞船又称宇宙飞船，是一种能保持宇航员在外层空间生活和工作并能返回地面的航天器。它是运行时间有限、仅能一次使用的返回式载人航天器。载人飞船一般包括卫星式载人飞船和登月载人飞船。载人飞船可独立进行航天活动，电可作为往返于地面和航天站之间的“渡船”，还能与航天站或其它航天器对接后进行联合飞行。

#### 美国 X-30 空天飞机

1961 年 4 月，前苏联发射了第一艘“东方”号飞船，后来又于 1964 年 10 月和 1967 年 4 月发射了“上升”号和“联盟”号飞船。与此同时，美国也相继发射了“水星”、“双子座”和“阿波罗”

号飞船。其中，1961 年 5 月发射的“阿波罗”号飞船把宇航员送入了月球。载人飞船的主要任务是证实人在外层空间生活和工作的能力，为航天站运送人员和物资，以及进行部分侦察与勘测等。

### 什么是航天站？

航天站是可供多名字航员巡防、长期工作和居住的一种载入航天器，又称空间站或轨道站。1971 年 4 月 19 日，前苏联发射了世界上第一个航天站

“礼炮”1号，主要目的是对地面进行长期的侦察和监视，对部队进行指挥、控制和通信联络，对航天器进行维修和检查，对新的武器进行试验，以及作为天基战略武器的平台等。此外，还可进行资源勘探、天气预报和材料加工等。到1982年4月19日，前苏联已发射到“礼炮”9号，航天员在航天站上最长的飞行时间已达237天，并创造了女航天员两次舱外行走的记录。1986年2月20日，前苏联又把“和平”号航天站发射上天，它是苏第三代航天站，长约14.7米，重18.9吨，可乘坐6~12人，甚至20人。“和平”号处于近圆轨道，近地点324公里，远地点352公里，倾角51.6°，周期91.6分钟。“和平”号是一种永久性载人航天站，它把人在外层空间的生活时间创下366天的最高记录。美国的载人航天站是1973年发射的“天空实验室”和1983年11月28日发射的“空间实验室”航天站。

### 什么是航天飞机？

航天飞机是一种可以重复使用的、往返于地球表面与近地轨道之间运送有效载荷的飞行器。航天飞机通常设计成火箭推进的飞机，是一种有人驾驶的航天器，它象火箭一样垂直起飞，象卫星一样在轨道中运行，返回地面时能象滑翔机或飞机那样下滑或着陆。航天飞机为人类自由进出外层空间提供了很好的运载工具，是航天史上的一个重要里程碑。航天飞机的军事作用主要有四个：它是一种军用载荷运载器，可以把大空武器运上天，可以发射各种卫星并对其进行检修、组配和其它支援；它是一种载人的太空侦察机，可以用人来操纵各种侦察设备进行军事侦察；它是一个天战武器试验台，可以对高能激光、粒子束等武器进行太空试验；它也是航天战斗机和航天机动舰队，能利用各种航天兵器进行太空战或对空中、地面、海上目标发起攻击。

### 德国“森格尔”空天飞机方案

#### 世界上有哪些航天飞机？

自1981年4月世界上第一架航天飞机、美国的“哥伦比亚”号首次升空之后，美国已先后发射了“挑战者”号、“发现”号和“亚特兰蒂斯”号等航天飞机，1988年11月15日，前苏联也成功地发射了第一架航天飞机“暴风雪”号。美国的航天飞机总长56.14米，宽23.79米，高23.3米，发射重量2041吨。轨道器货舱长18米，直径5米，能带29.5吨的有效载荷，可重复使用100次。起飞时，航天飞机在助推器和主发动机的推力下垂直升空，到40公里高度时助推器脱落，主发动机将其推送入轨。轨道器可在轨道上停留7天，若多带水、氧气和食物可停留30天。完成任务后轨道器重返大气层，利用空气动力制动减速，进行滑翔和着陆。

除美苏之外，欧洲航天局提出了一个发展“赫尔墨斯”航天飞机的方案，日本提出了研制“大和”号航天飞机的方案，德国则提出了一种新奇的“森格尔”空天飞机的方案。“森格尔”空天飞机有两级，第一级为一架大型吸气式飞机，第二级为一架小型空天飞机。起飞时，第一级载着第二级从普通机场起飞，飞到35公里高度、速度达6马赫时，第二级空天飞机上的火箭发动机点火，与第一级分离，并加速进入300公里高的近圆轨道。第一级自行

返回机场着陆，第二级完成任务后返回地球，滑翔着陆，两级的机身可重复使用 100 次，第一级和第二级起飞总重分别为 350 吨和 50 吨。

### 前苏联在军事航天方面落后于美国吗？

在军事航天活动方面，前苏联并不比美国落后，相反，在某些领域还保持着领先的地位。前苏联是世界上最早发展军事航天的国家之一，1957 年 10 月 4 日就成功地发射了世界上第一颗人造地球卫星，之后，又发射了第一枚登月火箭、第一艘载人飞船和第一个火星探测器，到 80 年代中期，已发射 2000 多个航天器，其中，军用航天器占 70% 以上。

在航天运载火箭方面，前苏联在中、远程弹道导弹的基础上已研制了多种系列的航天运载火箭，主要有“卫星”号、“东方”号、“闪电”号、“联盟”号、“宇宙”号和“质子”号等。这些运载火箭可以把各种不同用途的航天器分别送入近地轨道、大椭圆轨道、太阳同步轨道、地球同步轨道等。其大型运载火箭的运载能力已达 150 吨以上，可用于发射大型军用航天站和其它天基武器系统。航天飞机主要研制大、小两种型号。

在军用卫星方面，前苏联每年约发射 70 ~ 100 颗纯军用或军民两用卫星。纯军用卫星有照相侦察、电子侦察、导弹预警、指挥控制等，军民两用卫星有通信、导航、气象和监视卫星等。照相卫星每年发射 30 ~ 40 颗，差不多每 10 天一颗，其主要任务是照相侦察，并通过回收舱把拍摄过的胶卷送回地面。其最低轨道高 140 ~ 150 公里，寿命 30 ~ 50 天，分辨力最高为 10 厘米。此外，还有专门用于侦察的导弹预警卫星和海洋监视卫星。前苏联的军用通信卫星有三种：一是轨道高 1000 公里左右的战术通信卫星，可 1 箭 8 星发射，每颗星重约 40 公斤，主要用于野战部队通信；二是大椭圆轨道（近地点 400 ~ 600 公里，远地点 39000 ~ 40000 公里）通信卫星，主要对北极部队通信；三是地球静止轨道卫星，主要用于对海外的战略通信。

在载人航天活动方面，继 1961 年 4 月 12 日发射第一艘载人飞船以来，进行了大量载人航天活动，1984 年 3 名字航员在“礼炮”7 号航天站上创造了连续飞行 237 天，1986 年 2 月 20 日宇航员又在“和平”号空间站生活了 366 天，创下了人类在外层空间生存的最高记录。载人航天的军事价值主要是探索对地面实施侦察、监视、指挥、控制和对地攻击的可行性，以空间为基地，试验和发展反卫星、反导弹等新概念武器。

在空间武器方面，主要研究和发展反卫星武器、天基反导武器和载人航天兵器。反卫星卫星 1968 年 ~ 1982 年间已进行 20 多次试验，已拥有拦截低轨道卫星的实战能力。其反卫星卫星准备时间短，拦截高度可达 2000 公里，拦截速度快。其反导系统发展较早，80 年代以前已具备实战能力。目前正在研制地基和天基定向能反卫星武器。前苏联正在研制中的新型航天飞机、航天站、轨道间飞船等航天器，如配上火箭、导弹、激光炮、电磁炮等新概念武器，将可形成一个对地面、海洋、空中和空间威胁极大的载人航天兵器系统，它将使 21 世纪的战争产生根本的变革。

### 航天飞机飞行全过程

### 什么是侦察卫星？



侦察卫星是用于获取情报的一种人造地球卫星。卫星利用光电遥感器或无线电接收机等侦察设备，从轨道上对目标实施侦察、监视或跟踪，以搜集地面、海洋和空中目标的情报。侦察设备搜集到的目标辐射、反射或发射出的电磁波信息，用胶卷、磁带等记录存储于返回舱内，在空中或地面回收。或者通过无线电传输的方法实时或延时传输到地面接收站，而后经光学设备和电子计算机等加工处理，从中提取有价值的情报。卫星侦察的优点是侦察面积大、范围广、速度快、效果好，可定期或连续监视某一地区，且不受国界和地理条件的限制，能获取各种难得的重要情报。侦察卫星通常分为四种：照相侦察卫星、电子侦察卫星、海洋监视卫星和导弹预警卫星。

“大鸟”卫星的高分辨率照相机，对选择要判别分析的特定目标提供大范围观察。如图示，有些图片装在可回收密封舱里送回地球。红外照片能揭示热源装置和伪装系统。KH-11 数字侦察卫星是“大鸟”卫星的补充，它能拍摄高清晰度电视图象。这些图象可用于接近实时的详细分析。在审定总图后，对选出的指定目标抵近测量。“大鸟”卫星能拍摄总图，标定跑道、贮油罐等的位置。胶片可以投放下来，并在空中“回收”

### 什么是电子侦察卫星？

电子侦察卫星是专门用来侦测对方预警、防空、反导弹等雷达的位置及信号特征，也可测定对方军事通信和无线电台位置，为本国战略轰炸机、弹道导弹和巡航导弹执行突防和攻击任务提供数据，也可用以侦察对方军事演习时的指挥、通信信号，并予截获。截获的信号记录在磁带上或存储在计算机里，在卫星飞经本国上空时发送到地面接收站。电子侦察卫星通常运行于 300 ~ 500 公里，甚至 1000 ~ 1400 公里的近圆轨道。电子侦察卫星按侦察任务分为雷达侦察型、无线电通信侦察型和弹道导弹试验侦察型三种。电子侦察卫星到 1986 年底，美苏已分别发射 83 颗和 139 颗，其中，最有代表性的是美国 1985 年 1 月 24 日用航天飞机发射的侦察卫星，它重 13.6 吨，星上载有两种直径为 22.9 米的天线，卫星上的大型天线可截获 100 兆赫到 20 千兆赫之间的所有频率。

### 什么是照相侦察卫星？

照相侦察卫星是利用光电遥感器对地面摄影以获取情报的侦察卫星。卫星上装有可见光照相机、红外照相机、电视摄像机、多光谱照相机等侦察设备。卫星常沿近地椭圆轨道运行，近地点 150 ~ 200 公里。有些卫星还具有机动变轨能力，以利用云层间隙摄像或降低高度拍摄而提高分辨率。照相侦察卫星是发展最早、发射量最多的一种卫星，它的主要特点是分辨力高，可夜间侦察，能识别伪装，工作寿命长，可实时传输图象等。美国自 1959 年 2 月 28 日发射第一颗照相侦察卫星以来，已发展到第五代，目前在空间运行的主要是第四代“大鸟”和第五代 KH-11 及 KH-12 锁眼”。第五代卫星与第一代相比，性能有很大提高。在侦察照片的地面分辨力方面，从最初的 3 ~ 7 米提高到 0.15 ~ 0.3 米；卫星工作寿命由原来的 2 ~ 3 天提高到 1166 天；侦

察遥感设备由过去的单一可见光照相，发展到了可见光、红外、微波和固体成象等多种手段的综合运用，并做到普查与详查相结合；发射方式除地面火箭发射外，还可用航天飞机在轨道上进行天基投放，并具有机动变轨、实时传输侦察信息和星上图象预处理能力。到 1986 年底，美苏各发射照相侦察卫星 244 颗和 710 颗，分别占军用卫星的 40% 和 60%，占其侦察卫星的 60% 和 70%。

### 什么是导弹预警卫星？

导弹预警卫星是一种载有红外探测器，用于探测对方导弹发射时发动机喷焰所产生的红外辐射特征。这种卫星通常发射到地球静止卫星轨道或周期约 12 小时的大椭圆轨道上，一般由几颗卫星组网。到 1986 年底，美苏分别发射了 35 颗和 37 颗，美国的导弹预警卫星由定位于印度洋、太平洋和南美洲赤道上空的 3 颗地球同步轨道卫星组成卫星预警系统，一般可对陆基洲际弹道导弹提供 25 ~ 30 分钟的顶警时间，对潜射导弹提供 15 分钟的预警时间。当导弹发射后，导弹预警卫星能在十几秒钟内察知其发动机喷焰信号，然后立即将信号传至地面接收站。计算机在算出来袭导弹的方位、速度、到达时间和落点预测数据之后，再向国家最高指挥当局报告，以采取必要的拦截措施。

### 用于预警洲际弹道导弹的美国空军防御支援卫星

### 什么是海洋监视卫星？

海洋监视卫星是用于监视水面舰艇和潜艇活动、侦察舰载雷达信号和无线电通信的卫星。卫星运行于 1000 公里左右的近圆轨道，倾角为  $63.4^{\circ}$ 。在测定舰船位置、航向、航速时，可用主动卫星；在测定舰载电子设备时，可用被动卫星，一般主被动卫星成对发射，协同工作。卫星上的红外探测器还可根据探测潜艇在水下潜航时引起海水温度的变化来发现潜艇，侧视雷达还可通过测定潜艇运动时所搅乱海水的变化来发现潜艇。到 1986 年底，美苏分别发射了 56 颗和 22 颗海洋监视卫星，美国主要是“白云”和“飞弓”系列卫星，通常似 12 颗星组网，轨道高度为 1000 公里。

### 美国海军的“白云”海洋监视卫星

### 什么是“星球大战”计划？

1983 年 3 月 23 日，美国总统里根提出一个建立反弹道导弹防御系统，以消除前苏联战略核导弹对美国本土威胁的所谓“战略防御倡议”。这个倡议的核心就是建立一个以宇宙空间为主要基地的多层次大空防御系统。由于是一场新的太空竞赛，所以军事评论界就将其形象地称之为“星球大战”计划。

“星球大战”计划主要分两个阶段实施，第一阶段是 1984 财年至 1989 财年，主要是进行可行性研究和论证，其具体内容可分为五项：搜索、捕获

与跟踪技术，定向能武器技术，动能武器技术，系统分析与作战管理技术及保障系统技术。第二阶段是 90 年代初以后，将根据当时的情况及研究进展来决定如何进一步发展。1991 年前苏联从超级大国的宝座上跌落之后，已经对美国形不成任何核或常规威胁，所以“星球大战”计划将面临一场厄运，难以按原设想继续发展。

### “星球大战”计划有几个拦截阶段？

根据初始构想，“星球大战”计划的核心就是建立一个多层次、多手段，以天基设备为主的新型反导防御系统。按照这一构想，将对付来袭导弹的拦截方案划分了四个层次，理论认为，其各层次综合防御系统的成功拦截率可达 99.9%。

第一层为助推段拦截。此段为敌导弹发射阶段，有 3~5 分钟的持续时间。此时导弹助推可产生大量红外线，易被空间探测器所捕获。担任拦截任务的有在地球同步轨道上运行的 432 颗反导弹调射线卫星，每颗卫星据称可摧毁 100 枚以上正在升空的导弹。这种反导弹调射线卫星直径 1 米，其表面插有多根刺状金属管，一旦发现敌导弹，卫星便立即对其发射调射线进行鉴别，然后转动触角进行瞄准，开始攻击。于是，卫星内部产生核爆炸，在卫星解体前，每一金属管都喷射一束 X 射线，将导弹摧毁。

第二层为末助推段拦截。当导弹最末一级火箭关机，弹头和突防装置开始脱离导弹飞向目标时，因导弹仍在散发大量红外线，所以也易遭探测，这一段持续时间约 500 秒。拦截方式可使用激光武器或动能武器摧毁已投放的弹头和含有一部分尚未投放子弹头的母舱。

第三层为中段拦截。从导弹投放完分导弹头和突防装置，到弹头再入大气层之前的这一段称为中段，持续时间长达 20 分钟。这一段拦截较为困难，因弹头已分离，数量较多，有真有假，设想用电磁炮等动能武器拦截。

第四层为末端拦截。弹头重返大气层后，在袭击目标之前，可用反导弹、动能武器、粒子束武器等进行拦截。

“星球大战”计划是一场黄金加技术的较量，其耗资巨大，在 2000 年前部署全套系统要花费 1 万亿美元，在技术上还有许多难题尚待攻关，如导弹的早期预警，真假弹头的识别，激光炮、电磁 图中显示了太空中战争的进行情况。在战争开始，双方都试图通过攻击预警和通信卫星使对方致盲。空中发射的反卫星武器（1）和同轨道反卫星武器（2）可能用于这一目的。陆基导弹（3）的发射和潜艇导弹（4）的发射同时进行。预警卫星（5）监视这一束潜艇发射的核激励 X 射线激光（8）和轨道激光战斗空间站（9）开始击毁进攻的导弹。幸存下来的导弹将弹头和假目标（10）分离。陆基激光（11）通过轨道反射镜（12）击毁弹头，电磁轨道炮（13）和装备有小型火箭截击器的卫星（14）也攻击幸存下来的弹头。机载传感器（15）和地面传感器（16）保持对弹头的跟踪。从地面以各种方式发射截击器（17）击毁弹头。最后，弹头到达目标，遭遇到终端“群射”防御（18）。双方还使用太空雷（19）和其它反卫星武器（20），试图破坏对方的空间防御炮、粒子束武器等尚处于探索阶段。

“星球大战”是美与苏争夺太空的一项战略发展计划，其主要目的是占领制太空权，变消极防御为主动拦截，把战场从地面和海洋搬向外层空间，

进行大纵深、多层次、攻防合一的战略部署。

### 什么是“智能卵石”天基防御系统？

8 年来，尽管大空火箭、导弹、电磁炮等动能武器都取得了一些试验性突破，但距大规模实战部署还相差甚远。“星球大战”计划中最富键力的拦截武器如激光束、粒子束、微波束等定向能武器的研究严重滞后，裹足不前，若干技术问题难以解决。此外，由于大空雷、激光干扰等的威胁，使该系统生存能力很成问题。

在政治和经济方面，由于前苏联经济每况愈下，超级大国地位已经跌落，对美已很难构成核威胁，所以国际国内反“星球大战”之声迭起，加上美国银根紧缩，已拿不出上万亿美元搞这么大个天基防御系统，所以 1989 年 2 月 9 日，美国又推出了一个小“星球大战”计划，即“智能卵石”天基防御系统。

“智能卵石”是一种智能化、小型化的天基武器，拦截弹上装有能探测数千公里外弹道导弹的高分辨率光学设备，有能自动控制弹上火箭发动机启动，并引导拦截弹自动迎击目标的高功能计算机，还有一套高功能通信设备，这种智能化拦截弹总长还不到 1 米，弹径仅 0.3 米，弹上计算机重仅 100 克，光学设备重不到 4.5 公斤，装上全部燃料后总重还不足 45 公斤。由于其弹体小巧如卵石，又具智能，故命名为“智能卵石”。用“大力神”火箭发射时，一箭可射 100 余枚，“智能卵石”。

“智能卵石”成本较低，据计算，美国今后所面临的导弹威胁大约有 1000 枚左右的核导弹，假如用 100 枚“智能卵石”对付 1 枚核导弹，需 10 万枚“智能卵石”。每枚成本约 10 万美元的话，共需 100 亿美元。即使加上 150 亿美元的预警、指挥和通信系统费用，也只有 250 亿美元，仅相当于“星球大战”计划第一阶段 650 亿美元总经费的 1/3。

“智能卵石”体积小，自主力强，可大量部署，能对敌来袭导弹实施密集的饱和拦截。由于这种武器可自主式独立作战，可投放多枚诱饵，又能部署于不同轨道，还可进行弹体抗核加固或抗激光防护等，所以生存能力较强。

“智能卵石”所设想的天基总体结构和作战程序是：在接到敌方来袭导弹的预警后，便向部署在不同轨道的成千上万枚“智能卵石”发出拦截指令，拦截弹开始待机拦截。当发现目标时，便自动启动火箭发动机并自主式向目标冲击，以高速命中目标后与之同归于尽。

1991 年前苏联对美国的军事威胁消除之后，“智能卵石”计划是否还有发展的必要将有待研究。估计这种尖端技术将完全可以移植到核弹头、反卫星卫星、太空雷、空间站和航天飞机上去，因此，从这个角度来讲，“智能卵石”计划仍将有很大的发展潜力。

### “智能卵石”拦截弹

### 什么是外层空间武器？

外层空间武器是指用来打击、破坏和干扰人造卫星、航天器、弹道导弹等各种空间目标的一种新杀伤机理的高效能武器。这类武器目前大都处于探

索性研究、预先研究和概念设计阶段，真正投入使用还是 21 世纪的事。外层空间武器主要有轨道轰炸武器、反卫星武器、定向能武器、电磁轨道炮和载人航天兵器等。

其中，轨道轰炸武器是指在围绕地球的轨道上运行，根据指令在几分钟之后脱离轨道再进入大气层抵达地面目标的武器。这种武器可以携带核弹头，反应速度快，攻击力强，难以防御。但命中精度差，长期在轨道上运行不便维修，可靠性难以保证。

反卫星武器是从地面、空中或外层空间攻击敌卫星等空间目标的武器，主要有反卫星导弹、反卫星卫星等。美国曾在 70 年代中期以前研制过第一代反卫星导弹，1978 年又研制了由 F-15 战斗机发射的小型反卫星导弹，前苏联也进行过 20 多次反卫星导弹的试验，因此用地基、海基和空基导弹反卫星技术已臻成熟，90 年代便可部署使用。用卫星反卫星的主要杀伤手段有：利用破片毁伤发射散弹、火箭与导弹，利用束能杀伤发射激光和粒子束等。

电磁轨道炮是依靠电磁力发射与加速超高速弹丸的装置，它可将几克重的弹丸加速到 10 公里/秒以上的速度。

载人航天兵器是指航天飞机、空天飞机、人造宇宙飞船和空间站等运载平台与新型空间武器的结合，负责空间作战和对空中、地面、海洋战场目标进行攻击的武器，在 21 世纪，人类一旦能够自由往返于大空和能够长期逗留于空间的时候，利用高技术空间武器进行立体作战将成为可能，这无疑对人类将构成新的更为严重的威胁。

### 什么是定向能武器？

定向能武器是向一定方向发射高能量射束以毁伤目标的高技术武器，主要包括激光武器、粒子束武器和高能微波武器等。激光武器又称辐射武器，是直接利用激光辐射能量毁伤目标的武器，主要分低能激光武器和高能激光武器两种。正在研制的高能激光器有气动激光、自由电子激光、化学激光、准分子激光、核激励 X 射线激光等。美国研究的核激励调射线激光器是将小型核弹安放在卫星上，卫星外围插有 50 多根激光棒，每根棒都能自动搜索目标，攻击时利用卫星核爆炸散射出的强大能量，以激光棒用激光束摧毁空间目标。粒子束武器是利用高能强流亚原子束摧毁目标或使之失效的定向能武器。这种武器的工作原理是：用高能强流加速器将粒子源产生的电子、质子和离子加速到接近光速，并用磁场聚焦成密集的粒子束流射向目标，靠粒子束流的多种效应摧毁目标：其主要杀伤机理是破坏结构、使引爆药早爆和使电子设备失效。微波武器又称射频武器，是利用强微波波束能量杀伤目标的武器。

### 装在装甲战车上的微波波束武器

### 什么是激光武器？

激光武器是直接利用激光的巨大能量，在瞬间危害和摧毁目标的一种武器。激光武器又称辐射武器或死光武器，是 20 世纪 60 年代发展起来的一种新概念探索式高技术武器，目前仍处于研究和试验阶段。

### 天基激光武器系统示意图

激光的英文原意是“受激辐射的光”，有的音译为“莱塞”，俗称死光。激光和普通光不同，它具有极高的亮度，是世界上最亮的一种光，比太阳光还要亮几十乃至上百亿倍，几乎和氢弹爆炸时的瞬间闪光差不多。激光在激光器的激励下，能将光束高度集中，因而具有极强的方向性。激光能产生儿百万度的高温和几百万个大气压，因此在高温高压作用下，能穿透和熔化各种坚固的金属或非金属材料。激光武器摧毁目标的主要手段就是烧蚀、激波和辐射。

### 激光武器有哪些类型？

激光武器主要分为两大类：低能激光武器和强激光武器，低能激光武器是利用低能激光束杀伤单兵、破坏敌侦察及光学器材的一种定向能武器，也称激光轻武器或单兵激光武器“它所发射的激光能量一般不太高，但能使人失明、死亡、受伤、衣服起火并丧失战斗能力，同时可使夜视仪等光敏元件失灵。目前已经开始装备的有激光枪、激光手枪、激光致盲及眩目武器等。

强激光武器也称高能激光武器或激光炮，是一种大型高效的激光装置，能发射极高的激光能量，可摧毁飞机、导弹、坦克、卫星等运动速度较快、威力较大的目标。强激光武器目前仍处于研究和试验阶段，其主要部件——高能激光器比较希望的有：二氧化碳、化学、准分子、自由电子、核激励、X射线、Y射线激光器等。

激光除了作为武器之外，在军事上还有许多其它用途，如利用方向性好这一特性对导弹、航弹、炮弹等进行制导，以提高命中精度；利用激光单色性好这一特性，研制各种测距仪，用于精确测距测高；还可利用激光相干性好的特性，进行激光全息照相，使侦察照片具有极高的清晰度。

### 美国“天顶星”计划中试验的天基“阿尔法”化学激光器

激光武器的研究从60年代起至今已有不少成果，在低能激光武器方面已向实用化过渡，美、苏、英、德等国从70年代开始已在舰艇、飞机和地面装备了少量激光眩目、致盲类激光武器，但作用距离近、杀伤威力还有待提高。强激光武器的发展随着“星球大战”计划及太空军备竞赛的展开，近年来已有不少进展，但距实用阶段还有一二十年的时间。

## 激光武器有什么特点？

和一般常规武器相比，激光武器具有以下几个显著的特点：

反应时间短、照射速度快、命中精度高。使用火炮、导弹拦截飞机、导弹等高速机动的空中目标时，必须有几分乃至十几分钟的预警时间和十几乃至数十秒钟的反应时间，在许多情况下，因反应时间太短，目标来袭速度太快，而无法抗击和拦截。激光武器的照射速度极快，可达 30 万公里每秒，比普通枪弹的初速快 40 万倍，比导弹的速度快 10 万倍，所以无需计算提前量，只要瞄准便可百发百中，指哪儿打哪儿，命中率极高。

辐射强度高，摧毁威力大。常规武器是依靠高速飞行的弹丸破片的撞击或高速、高温、高压金属射流的侵彻作用来击毁飞机、舰船和坦克装甲车辆的。激光武器则不同，它是直接利用激光辐射强度高、聚焦能力好，能把时间、空间和能量瞬时集聚对目标进行强大的杀伤和破坏。激光武器对目标的主要杀伤因素是高温作用，也有一定的冲击效应。在激光武器发射的强激光照射下，飞机、导弹的金属外壳会立即烧蚀、气化，机体和弹体穿孔后造成人员伤亡和电路故障，进而使之失去战斗力。激光武器发射的是光弹，无需备弹和装填，一秒钟可轻而易举地连射 1000 发光弹，只要有电源就能连续发射，而且没有后坐力，可以装在任何载体上进行发射。适合于中近程反导防御和对抗多目标饱和攻击。

此外，还具有无污染，不易受电子干扰等特点。但从目前来看，激光武器还存在许多实际问题尚待解决，在太空、高空中使用最为理想，但在大气层中使用受雨雾、尘烟、云层等气候条件的影响较大，特别是在海洋环境条件下使用，影响就更大。此外，在大气层中使用，一般作用距离较近，如果射程增大，激光束的发散角也将随之增大，射到目标上的激光束密度也随之降低，因而毁伤能力将减弱。此外，激光武器在对抗飞机、导弹类高速机动目标时，光靠目视瞄准不行，必须有一套相应的预警、跟踪和自动瞄准系统。

## X 射线激光器

## 什么是低能激光武器？

激光武器主要分两大类：一类是低能激光武器，主要是单兵使用的近程杀伤性武器；另一类是高能激光武器，也称强激光武器，主要用于攻击飞机、坦克、导弹、卫星等战术或战略目标。目前，两种激光武器都有所发展，并进行了一些原理试验，有的已正式列装。在低能激光武器方面，主要是激光枪和激光致盲武器等。

激光枪是一种低能激光武器，它能在较近距离上致人死亡或在较远距离上使人致盲、受伤、衣服起火或使侦察器材失灵。激光枪的外形、重量、操作方法与普通步枪差不多，是一种激光轻武器。这种枪准确性高，无后坐力，无声响，不需计算提前量，也无需弹药保障，是一种理想的步兵武器。第一支激光枪是美国于 1978 年 3 月研制成功的，之后，又研制了一些改进型，重仅 10 公斤，连同激励电源在内共 12 公斤。激光枪为脉冲式工作，其射速 1 次每秒以上。在近距能杀死敌人，击穿钢盔等防护装置，在 1500 米以远的距离内，能致盲或烧灼人员及物体。激光枪的使用方法与步枪相同，也是三点

一线瞄准射击。美国还有一种用激光瞄准的自动步枪，只要把激光束对准目标，就准能击中，从而大大提高了命中精度。

激光手枪是一种最小的袖珍型激光武器，它的外形有手枪式、钢笔式、电筒式等许多样式。目前制造的红宝石袖珍式激光枪外形酷似钢笔，全重不到 0.5 公斤。

### 什么是激光致盲武器？

激光致盲武器是一种用激光束照射人的眼睛，使其视网膜大面积出血，暂时或持久致盲，从而失去战斗能力的一种武器。美国空军和海军联合研制的一种光学干扰吊舱，能向敌高炮阵地发射蓝绿色激光，使正在瞄准的射手立即致盲。美国研制的“鲑鱼”车载激光武器不仅具有使人致盲的功能，还可使敌战斗车辆上的光学系统失灵，使正在观察了望的敌人眩目失明或产生闪光盲。1981 年开始大量装备英国海军舰艇使用的激光眩目瞄准具曾在 1982 年马岛海战中发挥过一定作用，阿根廷空军的 A-4B、A-4 和 MB339A 飞机曾几次在接近英舰轰炸时，被激光眩目器照射，飞行员驾机坠海，或胡乱规避被己方火力击落。其实，前苏联海军舰艇上也装有不少类似的激光装置，1987 年曾几次在太平洋对跟踪其舰队的美国海军飞机照射，使飞行员眩目而逃。

### 什么是高能激光武器？

高能激光武器又称激光炮，是目前威力最大的一种激光武器，它主要用于打飞机，反导弹、反卫星和打坦克。

1973 年，美国用激光炮进行了第一次试验，击落了一架长 4.57 米、时速为 482.8 公里的飞行靶机。之后，又用空中加油机改装了一架空中激光武器试验机，并于 1975 年击中了一个固定目标。1983 年 5 月，用机载二氧化碳激光器击落了 5 枚“响尾蛇”空空导弹，9 月又击落了 3 架模拟进攻军舰的低空飞行靶机。

1976 年，美陆军还用车载激光武器击落了一架距离约 914 米的飞行靶机；同年 10 月，又击落了两架飞行高度为 900 米的无人驾驶直升靶机。

用激光炮反导弹、反卫星的试验也取得一些成功。1978 年 11 月 23 日。美陆军使用激光炮在 1~2 公里内，击中了 1 枚正在高速飞行的反坦克导弹，使其头部裂成碎片。美国海军研制的“海光”强激光系统可以用于近程反导防空。该系统长 5~6 米，宽 3 米，高 0.6 米，发射激光功率为 2.2 兆瓦，作用距离 4.7 公里，光斑直径 1.0 厘米。前苏联研制的中红外化学激光武器已装“基洛夫”级核动力导弹巡洋舰试验，其作用距离可达 10 公里。

1975 年 11 月，美国两颗卫星在飞抵前苏联西伯利亚导弹发射场上空进行侦察时，被前苏联反卫星激光武器击毁。目前，不仅研究地面发射的反卫星激光武器，还在研究星载激光武器和装在宇宙飞船上的激光炮。

### 德国 MBB 公司设计的陆上高能激光武器系统

用于反坦克的激光。炮从理论上讲虽可击穿钢装甲，但那要耗费大量能量，且难以击中要害。所以目前反坦克激光炮主要还是通过发射强激光束来破坏坦克上的观察瞄准等光学仪器，并使坦克乘员造成闪光盲，继而迷失方



向，以给反坦克武器以可乘之机。

## 什么是电磁炮？

电磁炮是利用电磁力推进原理代替传统发射药高速发射弹丸的一种新概念动能武器。它主要由电源、天关、能量调节器和加速器组成。按用途可分为两种：战略电磁炮和战术电磁炮。前者主要用以摧毁卫星、航天器或弹道导弹，并可部署在天基平台上；后者主要用于防空、反导和反坦克，可部署在地面、战斗车辆或舰艇上。

按发射方式，电磁炮可分为三类：一是线圈炮。它由若干个绕炮膛安装的固定式同轴驱动线圈和一个弹丸线圈组成。线圈依次通电后产生磁场，磁场产生感应电流，进而产生一种推力将弹丸推出。这种炮适合于发射大质量弹丸。二是轨道炮，它由两条与电源相连接的平行轨道和位于轨道之间的一个导体构成，弹丸位于电应出能够推进弹丸的力。这种电磁炮推力很大，可以极高速度发射小质量弹丸。三是重接炮，它综合了线圈炮和轨道炮的优点，在结构上有新颖之处，可用天天基部署的超高电磁炮，目前仍处于理论探索阶段。

## 电磁炮有哪些特点？

电磁炮的研究早在 1916 年就开始了，在两次世界大战中，法、德、日都开展了一些研究工作，但真正取得实质性进展还是 70 年代以后的事。目前，研究电磁炮的国家有美、苏、英、法、日、德、澳和丹麦等，美国 1989 年研制了 3 门 9 兆焦耳多发电磁炮，主要是线圈炮和轨道炮，计划 1991 年研制出机动型 15 兆焦耳多发电磁炮，1994 年研制出反战术导弹电磁炮，1994—1998 年进行坦克电磁炮的全尺寸研制，到本世纪末有可能出现实用型电磁炮。

电磁炮目前虽仍处于探索性研究阶段，距实际应用还有 10~20 年以上的的时间，但已可以看出一些显著的特点：它的弹丸速度高，射程远，精度好，穿透力强。弹丸初速目前已达 8~10 公里/秒。

据说将来在空间部署时可达 100 公里/秒，这是任何常规兵器所无法比拟的（一般火炮的初速只有 2000 米/秒左右）；目前，电磁炮已发展到可把 318 克重弹丸加速到 4200 米/秒的速度。另外，弹丸尺寸小，重量轻，初速可控，射程可调，发射时后坐力小，无冲击波，无声响，无烟尘污染，是一种较为理想的武器。

## 电磁炮示意图

- 铝外缘气化，形成一个导电的等离子体，推动前面的子弹。
- 在子弹后部的铝外缘，作用相当于熔断开关，能传导电流。
- “菜克赞”子弹的重量仅为 2.5 克。
- 2.5 克的子弹速度可达 27800 英尺/秒（8.5 公里/秒）
- 高压气枪将子弹推入炮膛，解决“原地起飞”的问题。
- 使用 5 个动力源，当子弹穿过每个动力源两端时它一开一关。上述动力源的高阻抗阻止电流反向流动。

电磁炮的主要缺点是功耗大，以 3000 米/秒的速度发射 1000 克重的弹丸时，所需功率达 200 万千瓦以上，因此，很难装备作战平台。为此，澳大利

亚研制了一种单极发电机，在放电时可为电磁炮提供巨大能量。前苏联则利用炸药爆炸所产生的巨大脉冲电流来推动弹丸前进。从目前发展看，最有希望的是装备海军核动力舰艇，因为在这类平台上能源有足够的保证，否则，一般中型舰艇、坦克和飞机难以容纳。据说美国研制成功的一门实验型电磁炮足有 3 吨重，10 米长，弹丸初速达 3000 米/秒，可见其体积和重量仍需进一步改进。

在电磁炮的发展过程中，人们发现电磁发射技术在军事上具有广泛的用途。如用电磁发射弹道导弹，不仅推力巨大，而且还避免因助推器点火后拖着长长的尾焰被敌导弹预警卫星发现，舰载飞机也可直接从舰上弹射起飞，战术导弹和鱼雷等也可采用电磁发射。

在“沃特”（Vought）电磁轨道炮的原理中，“子弹”是一个具有铝外缘的“莱克赞”（Lexan）弹丸，气枪将子弹射入炮膛里，子弹外缘横向接触轨道。电流使外缘气化成导电的等离子体，在炮膛内推动前面的子弹加速前进。可以想象，这个系统可以发展用于击毁处于从助推到末段的洲际弹道导弹。

## 什么是原子弹？

原子弹是利用铀<sup>235</sup>或钚<sup>239</sup>等重原子核的裂变反应，瞬时释放出巨大能量的一种核武器。原子弹又称裂变弹，是一种大规模杀伤性武器。原子弹是第一代核武器，是科学技术的最新发现和最新研究成果迅速应用到军事上的第一个突出事例，是推动兵器技术的发展从化学能向热核能转变的第一个转折点。

世界上第一次进行原子弹试验的是美国，世界上第一枚原子弹叫“小玩意儿”，世界上第一枚用于实战的原子弹叫“小男孩”。早在第二次世界大战期间，美国就开始了原子弹的研制工作。从 1939 年到 1945 年，历时 5 年，花费 20 多亿美元，终于研制成世界上第一批 3 枚原子弹，它们分别命名为“小玩意儿”、“小男孩”和“胖子”。

1945 年 7 月 16 日上午 5 时 24 分，美国在新墨西哥州阿拉莫戈多的“三一”试验场内 30 米高的铁塔上，进行了人类有史以来的第一次核试验。“小玩意儿”钚装药重 6.1 公斤，梯恩梯当量 2.2 万吨，试验中由于核爆炸产生了上千万度的高温和数百亿个大气压，致使 30 米高的铁塔被熔化为气体，并在地面上形成一个巨大的弹坑。

“小玩意儿”的试验成功使美国人欣喜若狂，军方对原子弹的巨大杀伤爆破威力深感满意。当时，第二次世界大战已处于尾声，美国在太平洋战争中已稳操胜券，尽管如此，美军仍决定以日本本土为核试验场，对原子弹这种新式武器进行一次实战试验。

1945 年 8 月 6 日上午 8 时 15 分，“小男孩”由 B-29 轰炸机携带，投于日本广岛上空。“小男孩”是铀弹，长 3 米，重约 4 吨，直径 0.7 米，梯恩梯当量为 1.5 万吨，内装 60 公斤高浓铀，爆高约为 580 米。广岛市 24.5 万人中有 20 万人死伤或失踪，城市建筑物在巨大冲击波的作用下全部倒塌和燃烧，一枚原子弹毁掉了一座城市。

法国 S-3 中程导弹在发射井中，其热核弹头当量为 120 万吨

两天后,美军又用 B-29 轰炸机携第二枚原子弹“胖子”飞抵日本长崎市上空,于 1945 年 8 月 9 日上午 11 时零 2 分投在长崎市中心,爆高 503 米。“胖子”重约 4.9 吨,长 3.6 米,直径 1.5 米,梯恩梯当量 2.2 万吨,是一枚钚弹。这枚原子弹的爆炸,使长崎市 23 万人中有 15 万人死伤和失踪,城市毁坏程度达 60~70%。

原子弹为什么有这么大的杀伤破坏威力呢?这主要是由核能的裂变能量所决定的,1 公斤铀 235 全部裂变放出的能量约相当于 2 万吨梯恩梯炸药爆炸时所放出的能量,所以核武器的杀伤半径可达几公里乃至几十公里。普通炮弹、炸弹由于装的是化学炸药,主要靠炸药爆炸后所产生的气浪和弹壳炸裂后的碎片进行杀伤破坏,所以杀伤半径只有几十至几百米。核武器威力的大小,通常用梯恩梯当量来表示,指的是核爆炸时所释放出的能量和多少吨梯恩梯炸药爆炸时所释放出的能量相当,而不是指核武器本身的重量。

原子弹经过数十年的发展,体积、重量显著减小,战术技术性能有很大提高,已发展到可由导弹、航弹、炮弹、深水炸弹、水雷、地雷等武器携带,用以攻击各种不同类型的目标。

### 什么是核武器?

核武器又称原子武器,是利用原子核反应的各种效应起杀伤破坏作用的一种武器。核武器共发展了三代,分别是原子弹、氢弹和中子弹。按作战使用范围,可分为战略核武器和战术核武器两大类;按配用的武器,可分为核弹头导弹、核炸弹、核炮弹、核地雷、核水雷、核鱼雷、核深水炸弹等。

战略核武器是用于攻击战略目标的核武器,作用距离可达上万公里的洲际范围,核爆炸威力通常有数十万吨、数百万吨,乃至上千万吨梯恩梯当量。主要运载工具有陆基战略导弹、携带核航弹的远程轰炸机、潜基战略导弹、反弹道导弹核导弹以及近程攻击核导弹和巡航核导弹等。攻击的主要目标是军事基地,工业基地,交通枢纽,政治、经济中心和军事指挥中心等。

战术核武器是用于打击战役战术纵深内重要目标和战斗力量的核武器,主要有战术核导弹、核航弹、核炮弹、核深水炸弹、核地雷、核水雷和核鱼雷等,主要运载和发射工具有火炮、导弹、飞机、水面舰艇和潜艇等。战术核武器的主要特点是体积小、重量轻,机动性能好,命中精度高、爆炸威力有百吨、千吨、万吨和 10 万吨梯恩梯当量,少数可达百万吨级。战术核武器主要打击目标有:导弹发射阵地、指挥所、集结地、飞机、舰船、坦克集群、野战工事、港口、机场、铁路、桥梁、交通枢纽等。

### 世界上有多少核武器?

目前,世界上拥有核武器的有美、苏、英、法等国,共拥有核弹头 5 万多个,其中 90% 以上掌握在美苏两国手中。美国是世界上第一个率先发展原子弹、氢弹和中子弹的国家,是世界上第一个首先试制成功核武器的国家,是世界上第一个将原子弹用于实战的国家,也是世界上拥有核武器数量最多、种类最全、质量最高、运载上最先进的国家。目前,美国库存的核弹头大约有 26 个型号、26000 个,总当量近 55 亿吨。其中,战略核弹头 11000 个,总当量约 28.5 亿吨,其余的近 15000 个核弹头装备中、近程导弹,飞机

和舰艇，以及配备发射核炮弹的火炮部队。在战略核武器中，陆基洲际弹道导弹有 1017 枚，潜地弹道导弹 648 枚，携带核武器的远程战略轰炸机 336 架。

前苏联于 1949 年 8 月 29 日和 1953 年 8 月 12 日分别研制成功原子弹和氢弹之后，几十年来一直与美国进行核竞赛，拼命发展核武器，目前已有各种核弹头 20 种，2 万个，总当量约 100 亿吨。其中，有 1 万多个核弹头装备 1396 枚陆基洲际弹道导弹，983 枚潜射弹道导弹和 160 余架远程战略轰炸机。其余的装备中程和近程弹道导弹、中程轰炸机、战术攻击机、核火炮，以及舰艇携带的武器系统。

英国是发展核武器较早的国家，迫于国家财力不足，加之战略需求不甚迫切，所以发展较为缓慢。自 1952 年和 1957 年分别首次研制成功原子弹和氢弹后，目前已发展了近 700 个核弹头，总当量 1.3 亿吨。其中潜射弹道导弹装备了 160 余个，其余则装备中程轰炸机、近程攻击机等。

法国是长期坚持发展一支独立核威慑力量的中等核国家，自 1960 年、1968 年和 80 年代初首次研制成功原子弹、氢弹和中子弹以来，已建成了以潜地核导弹为主体的三位一体核威慑力量。目前，法国拥有核弹头 500 多个，总当量 1.6 亿吨。

### 核武器的破坏威力有多大？

核武器已经发展了三代，主要有原子弹、氢弹和中子弹，它们分别装填入导弹战斗部、炮弹、炸弹、地雷、水雷等载体中，由火炮、飞机和导弹等进行发射和投掷。原子弹和氢弹的破坏威力最大，它不仅杀伤杀死有生力量，还可摧毁大量建筑物和战斗车辆等军用装备；中子弹则以杀伤人员为主，对物体的杀伤破坏作用较轻。无论哪种核武器，其共同特点是：爆炸点离目标越近，对目标的杀伤破坏作用越强，杀伤破坏范围则越小，同时，地面放射性沾染也越严重。因此，在使用核武器时，必须根据打击目标的位置和坚固程度，选择不同的爆炸高度。

#### 美国 MK-17 核航弹

按照爆心与地面的相对高度，可分为空中爆炸、地面或水面爆炸及地下或水下爆炸。空中爆炸时，当量为 1000 吨的核爆炸在 60 米以上，当量为 100 万吨的核爆炸在 600 米以上。低空爆炸主要用于破坏较坚固的目标，中、高空爆炸主要用于杀伤人员等暴露目标，几十公里以上的超高空爆炸则用于拦截战略导弹或来袭机群。地面、地下爆炸主要用于摧毁点状硬目标，水面和水下爆炸则用于攻击水面舰艇编队和潜艇舰队。

### 核武器是怎样进行杀伤破坏的？

核武器的杀伤破坏方式有五种：光辐射、冲击波、早期核辐射、电磁脉冲及放射性沾染。前四种方式作用时间很短，一般在几十秒钟以内，放射性沾染时间较长，可持续几天、几十天时间。

光辐射也叫热辐射，它是在核爆炸时释放出的比太阳光还要强烈，且可以每秒 30 万公里的速度进行直线传播的一种杀伤方式。当量为 1000 吨的核

爆炸，发光时间为 0.69 秒；当量为 1000 万吨时，发光时间为 12.6 秒。1 枚当量为之万吨的原子弹在空中爆炸后，在距爆心 7 公里的地方，就会受到比阳光强 13 倍的光照射，其范围可达 2800 米。在光辐射的作围下，可使人致伤、致盲，某些物体会引起燃烧。

冲击波是核爆炸后产生的一种巨大气流和超压。一枚 3 万吨的原子弹爆炸后，在距爆心投影点 800 米处，冲击波的运动速度可达 200 米/秒，而强台风风速只不过 40~50 米/秒，因此可迅速摧毁建筑物、电网等矗立设施。此外，还可产生巨大超压，杀伤人员、摧毁硬目标。当量为 2 万吨的核爆炸，在距爆心投影点 650 米以内，超压值大于 1 公斤/厘米<sup>2</sup>。可把位于该区域内的所有建筑物及人员彻底摧毁。其毁伤范围可达 2000 米以外。

早期核辐射实际上就是在核爆炸最初几十秒钟放出的中子流和  $\gamma$  射线。1 枚当量为 2 万吨的原子弹爆炸后，对距爆心投影区 1100 米以内的人员可造成极重度杀伤，如果是 1000 吨级中子弹，在这个范围内的人员几周内会致死，在 200 米以内的人员则当即全部致死。

电磁脉冲是一种能够有效破坏敌电子装备的杀伤破坏方式，它的电场强度在几公里范围内可达 1 万至 10 万伏，且能在 0.01~0.03 微秒的瞬间上升到最大强度，而且可以覆盖从 3~30 千周的极低频到 30~300 千周的极高频之间的所有频谱。它不仅能使电子装备的元器件严重受损，还能击穿绝缘，烧毁电路，冲销计算机内存，使全部无线电指挥、控制和通信设备失灵。1 颗 100 万吨当量的原子弹爆炸可殃及 30 公里，1000 万吨时可达 115 公里，5000 万吨时可达 190 公里。

放射性沾染是蘑菇状烟云飘散后所降落的烟尘，它对人体可造成体内体外照射或皮肤的伤，以致死亡。1954 年 2 月 28 日，美国在比基尼岛试验的 1500 万吨氢弹，爆后 6 小时，沾染区仍长达 257 公里，宽 64 公里。

## 什么是氢弹？

氢弹是利用氢的同位素氘、氚等轻原子核的聚变反应，瞬时释放出巨大能量的第二代核武器，它的杀伤破坏因素与原子弹相同，但威力却比原子弹大得多。原子弹一般为数百至数万吨梯恩梯当量，氢弹的威力则可高达几千万吨梯恩梯当量。氢弹又称热核弹、热核武器、聚变弹或脏弹等。

1945 年美国原子弹爆炸成功并首次用于实战之后，为了打破美国的核垄断，前苏联也加紧了核武器的研制，并于 1949 年 8 月 29 日成功地进行了第一次原子弹试验，这对美国来说是一个很大的震动。为了保持核大国地位，美国总统杜鲁门于 1950 年 1 月 30 日下令研制氢弹，1952 年 10 月 31 日；美国在太平洋的伊留劫拉布小岛上进行了第一次氢弹试验。这枚试验用的氢弹为 1040 万吨梯恩梯当量，在几百米钢架上起爆之后，整个小岛连同钢架都在巨大的爆炸声中沉入太平洋深处。继美国之后，前苏联于 1953 年 8 月 12 日也进行了一次热核试验，并于 1961 年 10 月 30 日在新地岛上空 4000 米高度爆炸了一枚当量为 5800 万吨的氢弹，这是世界上爆炸的最大威力的核武器。

氢弹根据裂变和聚变反应形式分为两相弹和三相弹，两相弹是指只有原子弹裂变材料的裂变反应和热核材料的聚变反应这两个过程；而三相弹则多了一个程序，就是在热核聚变材料的外面又包了一层裂变材料铀 238，形成裂变—聚变—裂变式核弹。三相弹是利用最多的一种氢弹，由于增加了一个

裂变过程，所以威力明显增大，但产生的放射性物质也较多，造成的污染相对严重，故又称脏弹。

比威力是衡量核武器战术技术的一个重要指标，就是把一枚核武器的爆炸当量用它的重量相比，得出每公斤核武器重量能有多少吨梯恩梯当量。第一代原子弹的比威力很小，每公斤弹重仅几吨当量；第二代氢弹的比威力明显增大，每公斤弹重可达 2000 吨当量，这说明核弹小型化的目标已经实现，目前，氢弹已广泛装备于航弹和各种导弹，构成核武器的重要支柱。

### 什么是中子弹？

中子弹是一种利用中子和γ射线作为主要杀伤手段的武器，它的最大特点是能够最大限度地杀伤人员等有生力量，而对建筑物、坦克及战斗车辆的破坏力很小，因此是一种较为清洁的核武器。中子弹属第三代核武器，一般当量为千吨级，主要用作战术核武器，对杀伤敌集群坦克或大兵团进攻的步兵效果更为明显。一般核武器爆炸时，用于形成冲击波的爆炸能量约占 50%，光辐射约占 35%，瞬时贯穿辐射约占 5%，放射性污染约占 10%。中子弹恰恰相反，它爆炸时所形成的冲击波、光辐射和放射性污染加在一起约占 60%，而瞬时贯穿辐射能量则高达 40%，所以又称为增强辐射核武器。

中子弹和原子弹、氢弹不同，它虽然杀伤威力很大，但并不象其它核武器那样杀个片甲不留，不仅使人、畜等有生力量彻底毁灭，而且把建筑物、坦克、装甲车等物资也毁于一旦，很明显，这对于进攻者并没有什么好处，由于放射性污染，它无法涉足被核武器袭击的敌国领土，即使能够侵占，一片废墟和数十年的不毛之地对侵占者又有什么用呢？中子弹的最大特点就是只杀人不毁物，而且几小时之后便可进入遭受中子弹袭击的阵地，这种清洁性武器，在军事上具有十分重要的意义。

中子弹以贯穿辐射为主，主要靠中子和γ射线杀伤有生力量。它对人体的伤害，主要是破坏各种细胞，特别是中枢神经系统的细胞，使人员失去正常活动能力，以致死亡。1 枚 1000 吨梯恩梯当量的中子弹，在 800 米高度爆炸时，冲击波和光辐射的破坏最小，而中子贯穿辐射能力却最强，可穿透 1 英尺厚的钢板，轻而易举地穿透坦克装甲，并能侵入掩体、工事内部杀伤人员，而且扩散速度相当快，1 分钟便能扩及 1.5 平方英里的广阔地域。1000 吨梯恩梯当量中子弹爆炸后，对处于爆心 200 米以内的一切人员全部杀死，对距爆心 350 米内的人员两天内致死，对 1350 米以内的人员几周后致死，1450 米以外不至于致死，但可致伤。

### 怎样投放中子弹？

1977 年 6 月底，美国首先研制成功中子弹，并将其装载飞机、导弹和炮弹，作为有效的战术核武器。在 30 公里以内和近距范围，可用 155 毫米 203 毫米榴弹炮发射中子炮弹；在 130 公里范围内，可用“长矛”地地战术导弹携带中子弹头；在更远的距离上，则可使用“潘兴”式导弹和“战斧”巡航导弹携带中子弹头，也可用重力炸弹或滑翔炸弹携带中子弹，由飞机投掷。到 80 年代初，除美国外，前苏联和法国也相继研制成功中子弹。

第三代核武器除已装备部队的中子弹外，正在研制中的还有：冲击波弹、

感生辐射弹、电磁脉冲弹和 X 射线激光武器等。

### 核航弹因飞机事故坠落后会不会发生核爆炸？

50 年代中期至 60 年代末期，核战争的阴云笼罩着全世界，大有一触即发之势。为了防止前苏联发动核攻击，作为美国三位一体战略核力量中重要支柱的战略轰炸机，经常携带核航弹进行空中戒备飞行，于是，坠弹事故接连发生。

1961 年 1 月 24 日，一架 B-52 战略轰炸机携带的两枚当量为 2400 万吨的氢弹，因右侧机翼结构受损而全部坠落；1966 年 1 月 17 日，一架 B-52 轰炸机在西班牙的帕洛马雷斯上空不慎与一架 KC-135 型空中加油机相撞，携带的 4 枚当量在百万吨以上的氢弹全部坠落，其中有 3 枚落在陆地上；1968 年，又是一架 B-52 飞机，在从纽约飞往格陵兰空军基地的途中，相距着陆点 7 英里处飞机被撞毁，机上 4 枚核航弹全部坠落……据统计，从 1950 年到 1980 年，美国共发生 32 起核武器事故，其中有 27 起为飞机失事所致，占事故发生总数的 84%，在这些事故中，有时核航弹坠落后被摔碎，高能炸药在触地时发生爆炸，有时裂变材料被炸散，但从未发生过核爆炸，这是什么原因呢？

原来，核航弹上都装有保险机构——密码锁，美国核航弹的密码锁从早期 B-28 型航弹的单编码已经发展到现在 B-61 航弹的 12 数位的多编码。这种密码锁能控制裂变材料的点燃，只要数码不对，点火系统就不点火，坠地后虽可摔坏其机械部件，但点火系统仍处于闭锁状态，所以不会发生核爆炸。否则，一枚核航弹爆炸后最少也要导致 300 万人伤亡。

### 什么是核冬天？

据历史记载，1815 年 4 月，印尼的一座火山爆发，喷出数以万吨计的火山灰，升入高空，悬浮于空气之中弥月不散，结果使世界上许多地方出现异常的冬天，美国的纽约州竟下了一场六月雪。据科学家考证，大约在六七十万年以前，一颗小行星突然撞击地球爆炸，顿时地球上山崩地裂，火焰冲天，烟尘升向高空，遮天蔽日，久而不散，地球处于一片昏暗之中。由于大量烟尘持久地遮挡阳光，使地球气温陡然下降，进入了一个漫长而寒冷的冬天，茂密的植被大部枯死，恐龙等生物和动物遭到灭顶之灾。

目前，世界上有 5 万多个核弹头，约达 200 亿吨梯恩梯当量的核武器，一旦发生核战争，地球上会不会出现类似的核冬天呢？这个问题引起五位美国科学家的注意。他们经过一年半的研究，于 1983 年 10 月正式提出“核冬天效应”的理论，从而引起全世界的关注，日本还专门拍摄了《地球冻结》的科幻影片。

研究者以美苏使用核武库中 40%核武器（50 亿吨）在北半球进行核战争为背景建立物理模型，利用公开发表的核武器性能数据建立数学模型，终于得出这样的推论：在一场 50 亿吨当量的核大战中，可将 9.6 亿吨微尘和 2.25 亿吨黑烟掀入空中，射向地球的阳光被这些黑烟的微粒吸收而变热，变热后的黑烟又产生一股上升气流，将黑色微粒子推向 30 公里高的同温层，使臭氧层遭到破坏。这样，整个地球就会变成暗无天日的灰色世界，厚厚的烟云遮盖着天空，终日不散，陆地再也见不到阳光，白天和夜晚难以区分，气温急

剧下降，绿色植被枯死，海洋河流冻结，地球生态遭到严重破坏，人类生存条件被毁于一旦。这就是核冬天和核冬天效应所带来的悲惨世界。

### 什么是生物武器？

生物武器也叫细菌武器，它不象炮弹、炸弹那样用弹片杀伤有生力量，而是靠散布细菌战剂（生物战剂）来杀伤人员、牲畜和毁坏农作物。

生物战剂是一种能使人、畜或农作物致病，并能杀伤和破坏有主力量的微生物。按生物性质可分为：细菌、病毒、立克次体、依原体、毒素和真菌。按致病的程度可分为致死战剂和失能性战剂两种。装填有生物战剂的气溶胶发生器、炸弹、炮弹、导弹和其它容器，统称为生物武器或细菌武器。

生物战剂的施放方式主要是采取施放气溶胶的方式。所谓生物战剂气溶胶，就是把生物战剂喷洒到空气中，使它形成细微颗粒，并能在空中悬浮较长时间，以使人员、牲畜等通过吸入空气或触及皮肤而感染。主要施放工具是用炸弹、炮弹、导弹等向敌军集结地域、后方基地、交通枢纽等投放。

除生物战剂外，还可用炸弹、带有降落伞的硬纸筒、纸包或其它容器，施放带有生物战剂的媒介物，如跳蚤、蚊蝇、鼠类、食品、玩具及其它常用物品。

利用生物武器进行作战实际上早在 1347 年就开始了，直到第一次世界大战中仍在广泛应用。不过，当时的生物武器较为简单，只是把带有鼠疫、天花等传染病的媒介物投送到敌军集结地域，使之染病而丧失战斗能力。

1859 年法国在阿尔及利亚作战时，15000 人中有 12000 人患霍乱而丧失战斗力；在一次大战末期，仅一年半的时间内，交战双方患病毒性流感者达 5 亿之多，有 2000 多万人死亡，比战死人员数量高出 3 倍。

第二次世界大战中，德、英、美等国已研制出细菌炸弹，日本在侵华战争中，也曾东北等地利用臭名昭著的 731 部队进行生物战剂的研究和生物武器的研制，并在湖南、浙江等地使用细菌武器，使 700 多人死亡。战后以来，美军在朝鲜战争中也广泛使用了生物武器。为了禁止这种灭绝人性的武器在现代战争中应用，联合国曾于 1971 年 12 月 16 日通过了《禁止试制、生产和储存并销毁细菌（生物）和毒剂武器》的国际公约，但仍是一纸空文，目前不少国家仍在继续研制这种武器。

### 什么是基因武器？

基因武器又称遗传工程武器，是利用重新组织遗传基因、细胞融合和培养、生物反映等技术手段制造的一种生物武器。这种武器目前美苏正处于研制之中，是一种具有极大杀伤威力的灭绝种族性新一代生物武器，据称只需 20 克基因武器就能使 50 亿人死于一旦，所以人称是一种“世界末日武器”。

基因武器的最大特点是：成本低廉，制造容易，杀伤威力大。据统计，用 5000 万美元建立的基因武器库比用 5 亿美元建立的核武器库具有更大的杀伤威力；使用方法简单。可用飞机、导弹、火炮或人工将经过遗传工程改造过的细菌、细菌昆虫和带有致病基因的微生物投入敌国河流、城市和交通要道，让病毒自然扩散、繁殖，使人、畜患一种无法治疗的疾病，使军队丧失战斗力，甚至使整个民族变为白痴或丧失智力；基因武器不易发现且难防



难治。由于基因武器是在极端保密情况下研制的，别人很难知道遗传密码，即使明知中毒也很难救治，任何一般生、化武器的防护措施都是无济于事的，所以，基因武器一旦研制成功，它将是一种继核武器之后，又一种可以灭绝人类的大威力杀伤性武器。

## 什么是化学武器？

化学武器是指借助于各种运载工具和施放工具把化学战剂（军用毒剂）投放到目标，用于杀伤人员、牲畜，毁坏植物生长的一种武器。凡是装有化学战剂的炮弹、炸弹、火箭弹、导弹、地雷、航空布洒器、毒烟罐、毒烟手榴弹，毒剂发射器及其它容器统称为化学武器。

按照装备对象，化学武器可分为三类：步兵化学武器，主要有毒烟罐、化学手榴弹、地雷、小口径化学迫击炮弹和布洒车等；炮兵、导弹部队和舰用化学武器，主要有各种身管火炮、火箭炮的化学弹、化学火箭及导弹等；航空兵化学武器，主要有化学航空炸弹和飞机布洒器等。

按照化学武器的毒理作用，可以分为六类：神经性毒剂。主要是破坏神经系统正常功能的毒剂，可通过呼吸道吸入或透过皮肤而引起中毒。这类毒剂为无色油状液体。可用以装填多种弹药和导弹弹头，也可发展为二元化学武器。神经性毒剂可作为暂时性或持久性毒剂使用，通过对空气、地面和物体表面及水源的染毒，杀伤有生力量，封锁重要军事地域和交通枢纽。

糜烂性毒剂。主要是破坏人体皮肤的组织细胞，引起溃烂的一种毒剂。同时，兼有全身中毒作用，可致人于死地，糜烂性毒剂可装填于多种弹药，以蒸气、气溶胶、液滴状态造成空气、地面和物体表面染毒，可作暂时或持久性毒气使用。

全身中毒性毒剂，主要是破坏人体组织细胞氧化功能，引起全身组织急性缺氧的一种毒剂。它可装填于炮弹、航空炸弹和火箭弹中使用，造成空气染毒。

窒息性毒剂，主要伤害人体肺部，引起肺水肿的一种毒剂。可装填于炮弹和航空炸弹使用，造成空气染毒，通过吸入引起中毒。

失能性毒剂。它是一种能够引起思维和运动机能障碍，使人员暂时失去战斗力的一种毒剂。根据毒理作用可分为精神失能剂和躯体失能剂两种，可装填于炮弹、航空炸弹、热发生器内使用，造成气溶胶使空气染毒，通过吸入引起中毒。

## 前苏联的化学布撒器

刺激性毒剂。它是一种刺激眼睛和上呼吸道粘膜的毒剂，可装填于毒烟罐、手榴弹、炮弹、火箭弹、航空炸弹及毒剂布洒器等。

军用毒剂的施放方法一般有三种：爆炸法，即将毒剂装在各种炮弹、炸弹、手榴弹、火箭弹、导弹、地雷等兵器内，利用炸药的爆炸力将其分散成气状、雾状、液滴状，使空气、地面和物体表面染毒，人员、牲畜等通过吸入、触摸等中毒。布撒法，将毒剂装填在飞机布洒器、布毒车、气溶胶发生器以及喷洒型弹药中，将其分散成粉状、雾状和液滴状，使空气、地面和物体表面染毒。热蒸发法，即将固态毒剂装入手榴弹、毒烟罐、毒烟炮弹、毒雾航弹中，借烟火剂等热源将毒气蒸发、升华，形成毒烟、毒雾，扩散到空

气中，使空气染毒。

### 化学武器的主要特点是什么？

化学武器具有以下几个显著特点：

造价低廉，来源方便。化学武器是一种费效比最高的武器，花钱不多，能最大限度地杀死杀伤敌有生力量。计算表明，杀伤 1 平方公里内的人员，使用常规武器需要 2000 美元，使用核武器需要 800 美元，使用化学武器则仅需要 600 美元。化学武器操作简便，使用灵活，可用火炮、火箭弹发射，可用飞机、直升机投掷，可由导弹、火箭战斗部携载，也可用手榴弹投掷，还可用化学地雷设伏于地下，所以具有明显的实战应用特点。化学武器的生产加工远比核武器、航天等尖端武器简单，只要具有一定的医药、化工、火药等方面的基础，就能生产化学武器。伊拉克在战争中使用的化学武器都是利用本国石油化学工业和有机磷农药工厂生产的。生产化学武器的某些原料和中间体，国际化工市场上可以随便买到，生产化学武器的工厂且可以化工厂和农药厂为名大量生产，伊拉克和利比亚化学武器的生产厂都是德国厂商承建的。

#### 美军的 TMU-28/B 型 VX 毒剂布洒器

杀伤途径多。染毒空气可以经呼吸道吸入、皮肤吸收后中毒，毒剂液滴可经皮肤渗透中毒，染毒食物和水可经消化道吸收中毒，有些爆炸性化学武器还可通过弹丸、碎片在释放毒剂的同时杀伤有生力量。

杀伤威力大。化学弹的杀伤威力一般比普通弹的杀伤威力大几倍至十几倍，有的杀伤作用极强，不仅能渗入不密闭、无滤毒通风装置的掩蔽部、各种工事和战斗车辆、飞机、舰船内部，还能使用穿甲爆破式化学弹钻入装甲车、坦克、舰艇和地下工事内爆炸。持续时间有的几分钟、几小时，有的则可达几天、几十天。

### 什么是化学弹药？

化学弹药是一种装填军用毒剂或军用除莠剂的弹药，主要有火箭和导弹战斗部、身管火炮和火箭炮的化学炮弹、化学航空炸弹、子母炸弹和各种化学容器、化学地雷、毒烟罐和化学手榴弹等，布洒器和喷粉器有时也属化学弹药。化学弹药的主要作用是利用常规弹药或核弹药将军用毒剂运送到目标，用爆炸、布洒和热蒸发等方法将军用毒剂分散于空中、地面或物体表面，使人员等有生力量染毒而丧失战斗能力。

化学炮弹是以军用毒剂杀伤人、畜及造成地面染毒的炮弹，是一种最常用的化学弹药。化学炮弹和普通炮弹的结构基本相同，所不同的就是装填了军用毒剂。通常借助于炸药的爆炸能量将弹体炸开，装料飞散，军用毒剂变成蒸气状、气溶胶状或液滴状。化学炮弹爆炸时，声音低沉，弹坑浅小，弹片较大，弹坑周围有油状液滴或潮湿迹象。化学炮弹还兼有破片杀伤和子母弹杀伤作用，在使敌有生力量中毒的同时，采取硬杀伤方式致其于死地。破片杀伤化学炮弹主要通过预制破片杀伤敌人，子母弹型化学炮弹则利用大量子弹头进行面杀伤，能穿透混凝土工事和坦克装甲的穿甲化学弹，则在穿透

装甲后将军用毒剂喷洒于隐蔽在工事及坦克内的人员。

美军现装备的神经性毒气弹就有：M360 炮弹、M121 炮弹、M122 炮弹、175 毫米加农炮弹、T174 炮弹、127 毫米 MK53 和 MK54 舰炮炮弹；“闪电”式火箭 M55 型 115 毫米弹头、“诚实约翰”式火箭 M79 或 762 毫米弹头、“小约翰”火箭 E20 型 318 毫米弹头；“中士”导弹 E21 型弹头；M23 式化学地雷；500 磅 MK94 化学炸弹、750 磅 MC-1 化学炸弹、1000 磅 M34A1 子母弹等。

美军的化学弹弹体通常漆成灰色，弹体上用不同色带标明：三道绿圈为神经性毒气弹，其中火箭弹、导弹和地雷在二道绿圈的基础上外加一道黄圈；一道绿圈为暂时性毒剂弹；两道绿圈为持久性毒剂弹。一道红圈为暂时性刺激性毒烟弹；两道红圈为持久型刺激性微粉弹。

#### 前苏联的 250 公斤沙林航空炸弹

化学弹毒剂的标志代号为：GB 为沙林毒剂弹，GB2 为二元沙林毒剂弹；GD 为梭曼毒剂弹；VX 为维埃克斯毒剂弹，vX2 为二元维埃克斯毒剂弹；AC 为氢氰酸毒剂弹；CK 为氯化氰毒剂弹；CG 为光气毒剂弹；HS 为芥子气毒剂弹；L 为路易氏气毒剂弹；HN 为氮芥气毒剂弹；HL 为芥路混合毒剂弹；CS 为希埃斯毒剂弹；CN 为苯氯乙酮毒剂弹；CR 为西阿尔毒剂弹。上述神经性、暂时性、持久性毒剂弹代号用绿色字母标注，固体毒剂弹和手榴弹分别用红色和黑色字母标注。

### 什么是二元化学武器？

二元化学武器是一种新型化学武器，它和传统的一元化学武器的最大区别就在于：弹体内装填的不是毒剂，而是可以生成毒剂的两种或两种以上的低毒性化学物质，它们分别装在弹体内由隔膜隔开的容器中，隔膜在弹体发射过程中被震裂，两种化学物质迅速混合反应后而生成毒剂。

#### 美国 XM687E1 型 155 毫米二元化学炮弹

二元化学武器和常用的一元化学武器相比，主要有两大优点：一是有利于军用和民用生产相结合，且能隐蔽生产，可将现有石油化工厂和农用杀虫剂生产厂分别生产的产品用于生成毒剂的某一元化学物质；二是生产、运输、储存较为安全。由于二元组分相对无毒，所以较为安全，可大大简化工艺和防护设施，减少管理费用，避免因销毁处理和渗漏而造成的危险和麻烦。主要缺点是不太适合近距离使用，一般需要 8~10 秒钟的化台反应时间。

二元化学武器的投放和散布方式基本与一元化学武器相同，可用火炮、火箭炮、导弹和飞机等布放。美国重点发展三种型号的二元化学武器；即射程为 22 公里的 155 毫米 M687 型二元沙林榴弹，射程为 30~50 公里的 227 毫米 XM1135 型多管火箭炮用化学火箭弹，远程攻击用 BLU-80/B “巨眼”二元 VX 航空炸弹。

### 化学武器在两次大战中发挥过什么作用？

20 世纪初，化学工业在欧洲兴起之后，就很快应用于军事领域。最早使用化学武器进行作战的是德国军队，1915 年 4 月，就利用大量装有液氯毒气

的钢瓶，吹放具有窒息作用的氯气，使英法联军遭受严重伤亡。后来，英军研制出可以投放毒气的投射器和迫击炮，到 1916 年 2 月，法军才第一次使用 76 毫米装有光气的致死性化学炮弹。1917 年 7 月 12 日，德军第一次使用能透过皮肤杀伤人员的芥子气炮弹，在 10 天时间内，向英法联军欧洲西线伊普尔地区的阵地发射了 100 多万发芥子气炮弹，释放了约 2500 万吨芥子气，造成数千人伤亡。到 1918 年，用火炮炮弹散发的毒剂量，已达交战国毒剂使用量的 90%。据统计，第一次世界大战中各交战国使用了 45 种毒剂约 12.5 万吨，造成数万人死亡，130 万人致伤。

化学武器在一次大战中的广泛大量应用，受到全世界舆论的强烈谴责。为了禁止使用此类灭绝人性的化学武器，战后签订了禁止使用生化武器的国际公约，但是，随着火炮、火箭炮、飞机等布撒及投放工具的迅速发展，毒剂及分散和装填技术也得到进一步改进。受国际条约的限制，二次大战中虽没有大量使用化学武器，但在某些战斗和战役中仍使用了一些。如意大利于 1935 年在侵略阿比西尼亚战争中使用了 12000 枚化学炸弹，其中芥子气 415 吨，光气 263 吨；1941 年日本在进攻中国宜昌的战斗中也使用了芥子气和路易氏气的混合毒剂，造成 600 人死亡，1000 余人致伤。

### 战后以来化学武器曾用于哪些战场？

战后以来，化学武器的扩散十分严重，除发达国家外，第三世界国家也开始拥有化学武器，随着投放载体及分散技术的不断改进，化学武器的威力越来越大，已成为仅次于核武器的一种灭绝人性的大面积杀伤性武器。50 年代，英军在马来西亚丛林作战时，首先用植物杀伤剂使树叶脱落；60 年代美军在越南战争中用其大规模毁坏森林和农作物，并大量使用过刺激性毒剂用于杀伤人员；70 年代苏军在阿富汗曾使用过部分化学武器；80 年代，伊拉克一跃成为世界化学武器大王。它于 1984 年 2 月，在伊朗的马季农场使用化学武器，造成 2700 人伤亡；1985 年 3 月中旬开始，在一个月內就对伊朗进行了 32 次化学武器袭击，造成 4600 人伤亡；1988 年 3 月 17 日，伊拉克又向库尔德人居住区投放装有神经性毒剂、糜烂性毒剂和氰化物的化学炸弹，使上万平民伤亡。据统计，伊拉克使用化学武器已达 240 次以上，年产各种毒剂 1000 吨以上，有 6 个专门生产化学武器的工厂，1990 年 4 月还宣布研制成功最现代化的二元化学武器。1990 年 8 月 2 日伊拉克入侵科威特后，为防止多国部队袭击伊科境内，伊军进行了大打化学战的准备：导弹换装了化学弹头，空军飞机和直升机都可投掷化学炸弹，陆军各种火炮、火箭炮都配备了化学弹。为防止多国部队化学袭击，还准备大量收治化学战伤员的医院，并开辟了 6 个大型化学毒剂消毒场地。

伊拉克的 152 毫米路易氏气榴弹，内装糜烂性毒剂路易氏气 5.4 公斤

为了防止伊拉克进行化学战，多国部队和以色列从世界各地购买数十万套防毒面具，战争期间士兵们几乎天天戴着防毒面具，美国还紧急购买了 8500 袋神经毒剂解毒药，并从德国调运了 10 辆最先进的“狐狸”式化学侦察车和近 500 辆具有综合防化能力的 M1A1 主战坦克，同时，给 100 毫米以上的各种火炮、火箭炮配发了 265 万发化学炮弹，“长矛”导弹及新型地地导弹都装备了化学弹头，可用飞机投掷的化学炸弹就有 13000 多枚，还有 2000

磅级的维埃克斯毒剂布洒器 900 具，可装 630 吨神经毒剂。战争中，美军化学毒剂的库存量约 2 万多吨，其中有不少先进的二元化学武器。慑于多国部队更高水平的化学战能力，伊拉克虽然把化学炮弹、炸弹都已配发到各个作战部队，并已部署到前沿阵地，但萨达姆始终没有下达进行化学战的命令。

## 什么是雷达？

雷达是通过发射和接收无线电波来搜索和探测目标的一种电子装备。英文 RADAR 是“无线电探测和测距”一词的缩写字头，中文雷达为音译名，没有实际含义。

世界上第一部雷达是英国人 R·A·沃森-瓦特于 1936 年设计的“本上链”对空警戒雷达，首次部署在英国泰晤士河附近。当时，该雷达频率为 22~28 兆赫，对飞机的探测距离为 250 公里。到 1941 年，英国已部署了大量对空警戒雷达，沿海岸线构成了完整的雷达警戒网。

### AN/FPS-117 三坐标雷达具有一定的反隐身能力

世界上最早的机载雷达是英国人于 1938 年研制成功的。它的型号为 ASV-MK，主要用于对海搜索。世界上第一部舰载警戒雷达也是 1938 年研制成功的，它的研制者是美国海军，这部型号为 XAF 的雷达首装“纽约”号战列舰，对飞机的探测距离达 137 公里，对舰艇的探测距离 20 公里左右。二次大战期间，雷达得以迅速发展，苏、德、日等国都相继研制出各类雷达。战后以来，随着电子技术的飞速发展，雷达的更新换代越来越快，许多新体制、新类型雷达不断涌现。目前，雷达已成为地面、飞机、舰船、卫星和导弹等平台 and 武器的重要探测和制导装备。

雷达一般由发射机、接收机、天线、输出装置、防干扰设备和电源等组成。除无源雷达外，所有雷这一般都装有发射机，发射机主要用来产生高频振荡，由天线辐射到空中，进行探测、识别和定位。发射机一般采用脉冲式工作，通过脉冲的发射与间歇来搜索与接收目标及其回波，从而发现目标，天线主要用于辐射和接收无线电波，根据雷达的用途、装设地点及所用的无线电波段等，雷达天线可分为抛物面天线、截抛物面天线、阵列式天线和引向式天线等。接收机的作用主要是接收通过发射机发射、经天线辐射出去的脉冲所反射回来的回波信号，这种回波信号可以通过雷达显示器进行显示，以对目标进行判别、分类和跟踪。

## 雷达是怎样分类的？

雷达的分类方式很多，通常有以下几种：

按工作波长分，可分为：米波雷达，也称超短波雷达，工作波长为 1~10 米，相应的工作频率为 300~30 兆赫，地面警戒雷达多选用这一波段。其主要特点是雷达天线体积庞大，发射功率也很大，作用距离远，工作稳定，受气象影响小，但比较笨重，测距精度较低。

分米波雷达，工作波长在 10~100 厘米之间，相应的工作频率为 3000~300 兆赫，炮瞄雷达、警戒及引导雷达多选用这一波段。

厘米波雷达，工作波长在 1~10 厘米之间，相应的工作频率为 30000~

3000 兆赫，各种火控雷达多工作在这一波段。一般炮瞄雷达工作在 10, 3, 2 厘米波段，导弹制导雷达工作在 10, 5, 3 厘米波段，截击瞄准雷达和轰炸瞄准雷达工作在 3, 2 厘米波段，寻航雷达工作在 5 厘米波段。

毫米波雷达，工作波长为 1~10 毫米，相应工作频率为 30 万~3 兆赫，主要用于导弹、灵巧炸弹、鱼雷的制导等，其主要特点是体积小，重量轻，测定目标坐标精度高，但受气象影响较大。

按照雷达的装设位置分，可分为：地面雷达，其用途主要有目标引导雷达、炮瞄雷达、地面炮兵侦察雷达、防空导弹制导雷达、弹道导弹预警雷达、反导弹制导雷达、迫击炮和飞航式导弹侦察雷达、航空管制雷达和气象雷达等，此外还有一种极为特殊的超视距雷达。其中，炮瞄雷达又称火炮控制雷达，主要用于自动跟踪空中目标，测定目标坐标，并通过指挥仪控制高射炮瞄准射击的一种雷达。炮瞄雷达一般作用距离较近，只有几十公里，它不仅能够搜索目标，发现目标后还能自动跟踪目标，而且还能带着多达七八门高炮进行随动跟踪。这种雷达天线多为圆形抛物面形状。另外，导弹制导雷达是一种能够准确测定敌机和己方发射导弹的位置、速度及航向，能够引导和控制地空导弹飞行的雷达。这种雷达也多为抛物面形状。

#### 德军新型的 RATA-C-S 战场监视雷达

舰载雷达，主要用于探测空中和水面目标，并可进行目标指示，引导舰空导弹和舰炮对空射击和攻击水面目标。舰载雷达可分为警戒雷达、武器控制雷达、导航雷达和引导雷达等。

机载雷达，主要用于警戒、导航、瞄准和制导等，可分为机载预警雷达、射击瞄准雷达、轰炸瞄准雷达、导弹制导雷达、护尾雷达、测试雷达、地形跟踪和地物回避雷达等。

按照使命任务分，可分为：警戒引导雷达、武器控制雷达、侦察雷达、导航雷达和气象雷达等。

按照发射信号形式分，可分为：脉冲雷达、连续波雷达、脉冲压缩雷达等。

按照天线波束扫描控制方式分，可分为：机械扫描雷达、机电扫描雷达、频率扫描雷达和相控阵雷达等。

#### 什么是弹道导弹预警雷达？

弹道导弹预警雷达是一种战略防御型远距离搜索雷达，主要用于发现洲际弹道导弹、中程导弹和潜射弹道导弹，测定其瞬时位置、速度、发射点和弹着点等参数，为国家军事指挥当局提供弹道导弹来袭预先警报。这种雷达作用距离较远，可达 4000~4800 公里，对洲际弹道导弹能提供 15~20 分钟的预警时间；对潜射弹道导弹可提供 2.5~20 分钟的预警时间。弹道导弹预警雷达通常架设在国土边缘地区，由若干部雷达组成预警网，每部雷达负责在一定的方位区内搜索，通过数据传输通信系统与预警指挥中心联系，进行全方位预警。

弹道导弹预警雷达按性能和工作体制，可分为机械扫描、机电扫描和电扫描三种。弹道导弹预警雷达是 50 年代以后研制的，60 年代初期，美国研制了 AN/FPS-50 脉冲多普勒探测雷达。它是机电扫描的预警雷达，采用固定

的天线阵面，天线高 50 米，宽 122 米，方位覆盖范围  $0^{\circ} \sim 38^{\circ}$ ，作用距离达 4800 公里。它主要通过测量目标穿过上下两波束时的参数，并借助于电子计算机的配合测出来袭导弹的弹道。它的主要缺点是盲区大，有时还需配置远程跟踪雷达等补盲雷达，而且低空探测性能也较差。

#### 美国“铺路爪”大型相控阵雷达

60 年代后期至 70 年代初，美国研制成功 AN/FPS-115 “铺路爪”潜射弹道导弹预警雷达。这种雷达采用电扫描方式，有频相扫阵和相控阵两种类型。“铺路爪”是世界上最先进的地面大型相控阵雷达，它采用双阵面结构，方位覆盖范围达  $240^{\circ}$ ，作用距离大于 4800 公里。此外，美国还发展了 AN/FPS-85、AN/FPS-108 和边境截获雷达（PAR）等大型相控阵雷达，主要用于战略预警、对空间目标跟踪、监视等。这种雷达在发现目标后，能在搜索的同时跟踪 100 ~ 200 个目标，每天可对空间数千个目标进行 1 万次以上的观测。

战略预警系统主要是美苏两家为了防止对方进行突然战略核袭击而于 50 年代发展起来的。美国用于探测洲际弹道导弹的地面预警雷达，一般都是对苏采取前沿部署方式，即分别在格陵兰的图勒、阿拉斯加的克利尔和英国的菲林代尔斯设站，各站主要配装 AN/FPS-50、AS/FPS-49 或 AN/FPS-92 雷达，除 AN/FPS-50 为远程警戒雷达外，其余均为远程跟踪雷达。用于探测潜射弹道导弹的“铺路爪”雷达 1980 年正式服役，到 1990 年分别在本土安装 4 部，用于战略侦察和探测跟踪宇宙飞船。

## 什么是超视距雷达？

我们知道，地球是一个椭圆体，在地球表面，受地球曲率的影响，雷达视距受到很大限制。为了及早发现对美国突袭的前苏联战略轰炸机，从 50 年代初期开始，美国就在前苏联的家门口建了 30 多个雷达站，以相互衔接，覆盖前苏联大部分区域。为了克服地球曲率的影响，还从 60 年代后期着手发展机载预警雷达，从飞机上高瞻远瞩，一揽无余。50 年代以后美国仅在阿留申群岛至冰岛一线长达 9100 公里的防空区内，就建立了 31 个雷达站，设有警戒雷达、测高雷达、引导雷达、跟踪雷达等，主要型号分别为 AN/FPS-3、AN/FPS-6、AN/CPS-6B 和 AN/FPS-19 等。这些雷达的作用距离较近，只有 350 ~ 560 公里，主要是对苏战略轰炸机进行早期预警。这个由 31 部雷达组成的远程警戒线，由于采用了前沿部署方式，尽管雷达性能较差，仍能对时速 960 公里的轰炸机发出长达两个半小时的预先警报，警报信息可在 30 秒钟通报防空防天司令部。

为了克服地球曲率的影响，增大雷达的探测距离，美国自 70 年代开始研制超视距雷达。超视距雷达也叫超后向散射雷达或超地平线雷达，它的探测距离不受地球曲率影响，可探测地平线以下远距离目标。它是利用电离层对短波电波的折射，来探测地平线以下地面与电离层之间整个空域飞行的目标的。因此，超视距雷达能发现刚离开地面的导弹和飞机等高速目标，可为防空系统提供较长的预警时间。超视距雷达的主要特点是能够实时探测和跟踪飞机等目标，能确定飞机的位置和多架飞机的相对方位，还可区分出飞机的外形，并有预警大气层内导弹的能力。其主要缺点是：收发天线阵庞大，易遭袭击；雷达工作时受电离层变化影响大；易受干扰；只能粗略测出目标的方位、速度、距离，精度较差。

### 美国 OTH-B 超视距雷达

美国 1975 年在缅因州建立一部超视距后向散射雷达试验站，1987 年正式建成东海岸站，1990 年建成两海岸站，总经费达 13 亿美元。这种雷达定名为 AN/FPS-118，它是一种双站址雷达系统，即发射站设于 A 处，接收站则设于相距 170 公里以外的 B 处，集中控制站又设于另外的 C 处，这样在战时可提高生存能力。

AN/FPS-118 在 5 ~ 28 兆赫的频率范围内可用 6 个频段工作，峰值功率达 10 万千瓦，可监视 60° 扇形区域，发射天线阵长达 1016.4 米，接收天线阵长达 1589.6 米，作用距离为 926 ~ 3333 公里或 800 ~ 2880 公里，距离精度 8 ~ 30 公里，方位精度 1° ~ 3°。

## 什么是双基地雷达？

目前，所有舰艇、飞机和地面防空雷达都是发射机和接收机在同一平台、同一区域的单基地配置，在现代战争中，这种单基地雷达面临三大威胁：首先是反辐射导弹。反辐射导弹是通过摄取雷达波束和电磁频谱来摧毁雷达天线及接收设备的，所以无论毁掉发射机还是接收机，雷达都丧失工作能力。其次是有源干扰。所谓有源干扰就是在敌方雷达工作频段内对其接收机辐射电磁波，以淹没反射波信号，或模拟一种假的反射波信号进行欺骗，从而使



雷达失去探测功能。最后是无源干扰。无源干扰的主要手段是在空中布撒金属箔条，造成强烈的电子干扰云带，淹没或干扰真实目标的反射信号，造成雷达迷茫。

为了提高雷达在现代战争中的生存能力和抗干扰能力，美国从 70 年代中期就投入巨额资金和人力研究双基地雷达，这种雷达的主要特点是：发射机和接收机分开配置，并部署在相距较远的位置上，如发射机可部署在远离前沿阵地的纵深安全地带或海岛上，也可放在移动的舰船、飞机和卫星上面，因而使对方很难对其实施攻击。至于接收机，它的配置也十分灵活，地面战斗车辆、前沿阵地、飞机、舰船均可配置，由于接收机只被动接收电磁波，并不发射电磁波，所以也不再需要那些笨重的天线，这对舰船、飞机来说不仅大大减轻了负荷，还提高了电磁兼容能力，使其更加安静和隐蔽。更为重要的是，由于不装载发射机，不辐射电磁波，反辐射导弹和电子干扰设备很难对其实施攻击和干扰，因此生存力大大提高。今后，在双基地雷达的基础上，还将发展多基地雷达。

### 军舰上装有哪些雷达？

舰载雷达是指由军用舰艇携带，用于探测和跟踪水面及空中目标，为武器系统提供目标坐标等数据，引导舰载机飞行和着舰，以及保障舰艇安全航行和战术机动的一种雷达。目前，世界各国装备各类舰艇的雷达有 1000 多种型号，几乎所有舰艇都装有雷达装备。按使命任务可分为警戒雷达、武器控制雷达（包括导弹制导雷达、炮瞄雷达、鱼雷攻击雷达）、导航雷达和舰载机引导雷达（包括航空管制和飞机着舰雷达）。如果按雷达的功能进一步分类，则可分为：三坐标雷达、测高雷达、对空搜索雷达、对海搜索雷达、导弹制导雷达、炮瞄雷达、导航雷达、潜艇雷达、跟踪测量雷达、敌我识别器和避碰雷达等。

导弹制导雷达主要用于跟踪水面和空中目标，为导弹武器系统的计算机和射击指挥仪提供目标坐标及运动数据，并配合导弹武器系统控制导弹飞行，美国的 AN/SPG-60 导弹制导雷达可对多个目标进行跟踪，作用距离达 110 公里。

炮瞄雷达主要用于跟踪水面和空中目标，为火炮射击指挥仪或火控计算机提供目标的坐标数据和炸点偏差数据，以控制火炮射击，美国海军的 W-120 型和 W-160 型火控雷达，作用距离分别达 56 公里和 46 公里。

### 美国“企业”号航空母舰上装备的主要雷达

导航雷达是海军水面舰艇、潜艇和各种船舶的重要航海探测设备，它的主要特点是能够在复杂的海情和恶劣的气候下，迅速、精确、直观地确定舰船、浮标、航标、飞机以及海岸线的位置，提供必要的避碰数据、航道数据及本舰位置信息，保证舰船安全进出港口和执行近程或远程导航任务。在舰载导航雷达中，还有一种装在航空母舰上的飞机进场控制雷达，主要功能是用于空中管制、飞机精确着陆控制、对空监视及测速等，其作用距离为数百米至 18 公里，最大作用距离 90 公里以上。

潜艇雷达是用于搜索和导航的设备，也可用于目标跟踪及控制鱼雷和导弹的发射等。潜艇雷达大多工作在 X 波段，雷达天线很小，可 360° 方位全

景搜索，短促发射，为保持隐蔽，一般只工作在接收状态。

敌我识别器是一种利用二次雷达原理工作的设备，主要功能是识别敌、我、友空中及水面目标，并确定友邻舰队或单舰的舰型。

### 什么是舰载三坐标雷达？

三坐标雷达是 60 年代以后发展起来的一种新型舰载多功能雷达，它集多种先进雷达技术为一体，既能对空搜索，又能跟踪和制导，且具有抗干扰能力强、可靠性高、机动力好等优点，因而是大中型水面舰艇的主要雷达装备。美国航空母舰、巡洋舰和驱逐舰装备最多的是 AN/SPS-48 三坐标雷达，它的主要功能是对空搜索及目标指示，最大作用距离可达 426 公里，天线尺寸为 5.18X5.33 米，天线重 2043 公斤，雷达全重近 10 吨。装备于导弹巡洋舰的第三代 AN/SPY-1 型多功能相控阵雷达是一种 S 波段电扫描雷达，能自动搜索和跟踪多个目标，而且能边跟踪边扫描，能对多枚导弹进行制导。其作用距离 370 公里，天线采用 4 个八边形的平面阵，每个阵面覆盖 90°，阵面重量为 7773 公斤。

### 什么是舰载对空对海搜索雷达？

对空搜索雷达在二次大战期间就已装舰使用，当时飞机速度慢，只有 300 公里/小时左右，所以雷达作用距离 50~80 公里便可提供 10~15 分钟的预警时间。喷气式飞机和反舰导弹出现后，对对空搜索雷达提出了更高的要求，美国海军护卫舰以上各类舰艇广泛装备的 AN/SPS-49 等型对空搜索雷达，作用距离已达 463 公里（对 1 平方米目标），探测高度为 25.7 公里，峰值功率达 250 千瓦。

对海搜索雷达也是二次大战期间开始装舰使用，经过数十年发展，目前已有一批具有探测海上及中低空目标和对舰载导弹进行制导的新型雷达装舰。美国海军大中型舰艇广泛装载的 AN/SPQ-9 型对海搜索雷达是一部高分辨力、边跟踪、边扫描式脉冲压缩雷达，它最多能跟踪 120 个目标，作用距离最大为 37 公里，最小为 137 米，天线转速可达 60 转每分钟。

### 舰载雷达的主要特点是什么？

几乎所有现代海军水面舰艇和潜艇，都装有三坐标、对空、对海、炮瞄、制导、导航等各种各样的雷达装备。根据舰艇的种类、使命任务及吨位大小，雷达的数量和种类不尽相同，一般小型战斗舰艇装 1~2 部雷达，中型战斗舰艇可装十余部雷达，大型战斗舰艇则可装 20 余部各种雷达。

一般 500 吨以下的小型战斗舰艇都装有对海搜索雷达、炮瞄雷达和敌我识别器，个别还装有导航雷达和对空搜索雷达。一般 4000 吨以下的护卫舰都装有对空搜索雷达、对海搜索雷达、炮瞄雷达、导弹制导雷达、导航雷达及敌我识别器等。个别装有三坐标雷达。一般 8000 吨以下驱逐舰都装有三坐标雷达、对空搜索雷达、对海搜索雷达、炮瞄雷达、导弹制导雷达和导航雷达等。一般 60000 吨以下战列舰和巡洋舰以对空搜索、对海搜索和三坐标雷达为主，兼配导弹制导、炮瞄及导航雷达等。航空母舰除配置多部对空、对海、

三坐标雷达外，还重点配备导航、空中管制及舰载机引导雷达。

舰载雷达一般配备于舰艇中部的各种特设桅杆及平台上，一般对空、对海雷达配置在舰艇的最高处，其次是导航雷达和三坐标雷达，通常，导弹引导雷达和炮瞄雷达配置在导弹与火炮的附近，以提供有效的照射及控制。有的炮瞄雷达与火炮一体化，以提高反应速度。

舰艇是一个独立于海洋上的平台，上面桅杆林立，天线纵横，数十乃至上百部雷达，电子战和通信天线置于其中，可见电磁兼容、避免自相干扰是一个大问题。近年来各国在这方面进行了不少卓有成效的研究工作。舰艇雷达和地面雷达有什么不同呢？除电磁兼容问题外，还存在三大问题：首先是雷达的工作环境不同，受海风、盐雾、温差的影响较大，电子器件容易受潮变质，为此，必须采取有效的保护措施，如改善雷达机柜和显示器的环境条件，给雷达天线加装防护罩等。其次是雷达天线的稳定问题，对中、小型战斗舰艇来说，在风浪中上下颠簸和左右摇摆相当厉害，有时横摇能达 15 ~ 25，这对雷达的正常工作影响很大，所以有些雷达要采用一定的稳定装置，使之在横摇纵摇时都能正常工作。最后一点就是舰载雷达的天线方位，会随着军舰航行方向的改变而改变，也就是说，在目标不变的情况下，由于舰艇航行的改变，雷达显示器上的方位角会发生很大变化，为此，就要有一套方位角换算装置。

#### 意大利 RAW-31 舰载监控雷达

#### 什么是舰载相控阵雷达？

舰载相控阵雷达是一种采用固定式天线，利用电子扫描提供全方位连续景象的一种新型雷达。通常，水面舰艇在对空防御作战时，往往需要多部雷达相互配合，即对空警戒雷达在搜索并发现目标后，就把该目标坐标传输给火控系统，转由火控雷达捕捉和跟踪，然后算出导弹射击诸元再行发射导弹。由于导弹多采用半主动雷达制导，所以火控雷达在跟踪目标的同时，还必须对已射导弹进行跟踪照射和制导。有时为了对付多枚导弹和多架飞机的饱和攻击，仅靠一两艘舰艇的雷达还不够，还要动员编队内所有舰艇的防空及火控雷达进行联合搜索与跟踪，可见反应时间是相当长的，而且组织协调难度也较大，很难对抗新一代高超音速飞机的来袭目标。为了对抗多目标饱和攻击，现代巡洋舰、驱逐舰，甚至护卫舰大都倾向于采用舰载相控阵雷达。这种雷达的主要特点就是一部雷达能发挥几部雷达的作用，既能自动搜索、能边搜索边跟踪，又能对导弹进行制导。由于用电子扫描取代传统的天线旋转式机械扫描，所以反应时间大大缩短，搜索和跟踪目标的批数大大增加，不仅可进行 360° 扫描，而且无顶部雷达盲区，因而是一种最新型的防空雷达。目前美国的巡洋舰、驱逐舰，日本的新一代驱逐舰，北约的新型护卫舰，前苏联的航空母舰、巡洋舰等都采用了这种相控阵雷达。

美国海军“观察岛”号舰艏部装有约四层楼高的相控阵雷达，配合

AN/FPS-108 型地面雷达监视前苏联东部的洲际导弹试验活动。

在目前已装备使用的舰载相控阵雷达中，效能最好的是美国“提康德罗加”级导弹巡洋舰所装备的 AN/SPY-1A 型相控阵雷达，该雷达设有 4 个 3.65

米长的相控阵天线，以板阵形式分别安装于巡洋舰上层建筑的四周，每个天线阵可覆盖  $90^{\circ}$ ，4 个天线阵可覆盖  $360^{\circ}$ 。相控阵天线阵面呈八角形，每个阵面有 32 个子阵，140 个阵列模件，其中 128 个用于发射和接收，8 个只用于接收，4 个用于保密和电子对抗。每个阵列模件有 32 个移相器辐射元。故每个阵面有 4480 个辐射元。AN/SPY-1A 相控阵雷达每个天线重达 7773 公斤，作用距离 370 公里以上，可同时跟踪和处理 100 个目标，且可边跟踪边搜索，并能对导弹进行制导。

以 AN/SPY-1A 相控阵雷达为核心，辅以 AN/UYK-7 计算机。武器控制系统、火控系统、导弹发射系统和“标准”舰空导弹，便构成了著名的“宙斯盾”舰载防空武器系统。该系统集目标搜索、处理、跟踪和攻击为一体，因而具有快速反应对抗饱和攻击的能力。

### 什么是机载雷达？

机载雷达是指由飞机装载，用于空中警戒与侦察，保障准确飞行及安全，对导弹和航炮进行火力控制及制导的雷达。机载雷达的主要特点是体积小，重量轻，具有良好的防震性能，工作频段一般选在 3 厘米波长以下，探测距离一般只有几十公里，但精度却要求很高。机载雷达按用途可以分为：预警雷达、射击瞄准雷达、轰炸瞄准雷达、导弹控制雷达、护尾雷达、测视雷达及地形跟踪和地物回避雷达等。

### 什么是机载预警雷达？

预警雷达是空中预警机的主要探测设备，主要用于空中警戒和指挥引导，也可用于空中交通管制。预警雷达能远距离发现空中、地面和水面的各种目标，为作战部队提供足够的预警时间，同时，机动性好，搜索区域大，生存能力好。既能实施预警，又能指挥多架飞机空战，因而是一个机载空中预警和指挥系统。美国空军的 E-3A 预警机机载雷达，在 9000 米高度，能探测和跟踪半径为 370 公里范围内的 600 个目标。英国“防御者”预警机载“天霸”（“空中霸王”）预警雷达，在 3000 米高度，对飞行高度 30 米、速度 900 公里/小时的目标，可提供 14 分钟的预警时间；若载机离保卫目标 185 公里，则可提供 27 分钟的预警时间，而同样情况下，地面雷达只能提供 4 分钟的预警时间。“天霸”雷达有对空、对地、对海三种工作方式，上视状态对轰炸机探测距离为 230 公里，对战斗机为 185 公里；陆上对低空飞行的目标下视探测能力，对轰炸机为 185 公里，对战斗机为 150 公里；对海面探测能力为：小舰 130 公里，中型舰艇 230 公里，大型舰艇 370 公里。

### 美 E-3A 预警机雷达天线

### 什么是侧视雷达？

侧视雷达又称空中侦察与地形测绘雷达，主要用于提供地面和海面固定目标及移动目标的位置及地形资料。战斗机载射击瞄准雷达和轰炸机载轰炸瞄准雷达都装在飞机头部，通常称为前视雷达，侧视雷达则装在机腹下两侧，

有的大线尺寸可达好几米长，如真实孔径侧视雷达的天线就有 8~10 米长，它的分辨力较全景雷达高 10 倍左右。合成孔径侧视雷达的天线尺寸不大，但它的分辨力高。侧视雷达能昼夜进行空中侦察和地形测绘，可在不飞越对方阵地的情况下通过侧视（斜视）方法侦察对方纵深一二百公里内的目标。

地形跟踪和地物回避雷达又称航行雷达，一般装在飞机头部下方，专门用来探测机头前方下方的地形，以自动显示地形起伏及高度变化，使飞机得以贴地面进行超低空突防。

### 美 OV-10 型飞机的 APS-94 侧视雷达

### 作战飞机常用哪种雷达？

作战飞机通常装有以下三种雷达：

一是射击瞄准雷达，又称截击雷达、攻击雷达、火控雷达及搜索跟踪雷达等，主要用于为空空导弹、火箭和航炮等提供目标数据。它一般有搜索和跟踪两种功能，个别的还有目标照射功能，用于导引半主动寻的导弹。射击瞄准雷达发现空中目标的距离一般为几十公里，个别可达一二百公里，搜索和跟踪角一般为  $+60^\circ$  左右。装备这种雷达的战斗机可对低空、超低空目标实施攻击，还可边搜索边跟踪，在对一定空域搜索的同时，还可跟踪多个目标。

### 美战斗机用 AN/APG-66 火控雷达

二是轰炸瞄准雷达，也叫轰炸雷达，它主要用来为瞄准地面目标进行轰炸、制导空地导弹对地攻击和领航等提供目标信息。它可单独工作，也可与光学瞄准具和计算机配合使用。这种雷达的搜索方式可分为前视和环视两类，并有搜索和瞄准两种工作状态。其雷达作用距离一般为 150~300 公里，方位分辨力约为  $1^\circ \sim 3^\circ$ 。

三是机载导弹控制雷达，是一种专门用来制导空空导弹的战斗机载小型相控阵雷达，重量只有 600 公斤，体积仅有 0.85 立方米，可同时制导 6 枚导弹攻击 6 个不同的目标，对战斗机的搜索距离可达 150 公里。

### 什么是声纳？

声纳是利用声波进行水下探测、识别、定位和通信的一种电子设备，是英文 SONAR 缩写词的音译名，原文全称为“声学导航与定位”。

声纳和雷达基本工作原理是一样的，所不同的是，一个利用电磁波进行传播，一个则利用声波进行传播。电磁波能以 30 万公里每秒的速度在空气中进行传播，从而使雷达成为名副其实的“千里眼”，然而，由于海水具有吸收电磁波的特性，所以在水下无法利用电磁波进行传播。人们发现，声波和电磁波一样，也具有好的传播特性，它不仅传播速度快，而且还能传播相当远的距离。在空气中，声波只能以 332 米每秒的速度传播，然而在水中，其传播速度却可达 1460 米每秒以上，比空中传播速度快 4.5 倍。有人做过一项试验，利用重 300 磅的炸药在水下引爆，它的巨大声响可以传至 2 万公里之遥的水下，这在空气中是绝对不可能的。

利用声波的传播特性，声纳的发展还是相当迅速的。从 15 世纪初期意大利人利用插入水中的长管听测航行中的舰船，到现在发展成为各种各样的声纳，已有四五百年的历史。尽管如此，声纳的军事应用还是从 20 世纪初才开始的，1914 年第一部声纳装舰使用，之后，经过二次大战的实战应用，才得以迅速发展，现代声纳已成为水下探测、识别、定位和通信的重要电子设备，已成为与雷达齐名的水下“千里眼”和“顺风耳”。

### 声纳是怎样分类的？

声纳是一种用途广泛的水声设备，它的分类方法多种多样。按使命任务分，可分为军用声纳和民用声纳两大类。军用声纳是最主要的一类，它承担着水下探测、导航、警戒、通信、猎雷和声学对抗等多种使命。军用声纳中又可分为：水面舰艇声纳、潜艇声纳、机载声纳和固定声纳。

水面舰艇声纳的主要任务是反潜探测，也可用于猎雷和水下打捞等其它方面的水下探测。水面舰艇声纳按探测距离的不同，可分为近程、中程、远程和超远程四种：近程声纳的探测距离为 5 海里（1 海里约为 1.852 公里），中程声纳为 10 海里，远程声纳为 15 海里，超远程声纳则达几十海里以上。水面舰艇装备的声纳有舰壳声纳、变深声纳、拖曳线列阵声纳和吊放式声纳等多种类型，最大探测距离一般在 120 海里以下。

潜艇声纳的主要用途是探测水下目标和水面目标，并为鱼雷攻击提供各种目标参数。潜艇声纳一般为综合声纳、被动声纳、识别声纳和侦察、通信声纳等。装备形式也多为艇壳声纳、拖曳线列阵声纳等。

机载声纳是由反潜巡逻机和反潜直升机携带的一种以反潜探测为主的声纳装备，主要用途是进行大面积反潜搜索与探测，一旦发现水下目标后，便立即引导己方反潜兵力进行跟踪和攻击，必要时也可自行实施攻击。机载声纳有声纳浮标、吊放声纳等各种不同类型。

固定式声纳是布设于大洋或海底的一种大功率远程被动探测声纳，它的主要任务是对敌方潜艇进行战略性侦测，确定其大致方位后，再交由其它反潜兵力进行跟踪和攻击。这种声纳有的是在海底采取三角架固定式安装，有的是利用锚力锚泊于海峡通道或沿海、岸边及港口，由于采用被动工作方式，又多以海底电缆与岸基水声站相连，所以隐蔽性很好，能进行长时间、连续性远距离水下探测和预警。

民用声纳是二战以后发展起来的，它主要为海洋资源的开发和利用服务，主要包括：导航声纳、渔用声纳，海上石油开发的水声设备及海洋调查研究用水声设备等。导航声纳中又可分为回声测深仪、测冰仪、测速仪及避碰声纳等。渔用声纳中可分为鱼探仪、网位仪、声波集鱼与驱鱼装置和生物遥测信标等。海洋开发的声学设备有海底地貌仪、海底深层剖面仪、动态定位声纳、水下油管检测声纳等。

### 声纳有哪些工作方式？

声纳的基本工作方式有两种，一种是利用回声进行探测的主动工作方式，另一种是利用目标自发噪声进行探测的方式。主动工作方式是声纳自己主动发射声波，当声波遇到目标时，就会产生反射，通过接收和处理这些反

射回波，便可测出目标的方位、距离和特性。这种工作方式往往在水下攻击时使用，舰艇航速可保持 18~24 节。由于主动发射声波，所以极易暴露本艇方位，隐蔽性很差。被动工作方式正好相反，它自己不发射任何声波，只是单纯地接收目标在航行和工作时所辐射的噪音，并据此来推算它的方位、速度和距离，这种声纳应用非常广泛，隐蔽性也很好，但舰艇在进行被动听测时必须低速航行或停车，以防本艇辐射的噪声干扰。除这两种最基本的工作方式外，还有集主动与被动工作方式为一体的综合声纳，以及进行水下通信用的通信声纳等。

### 荷兰主动声纳的轻型换能器阵

### 什么是海岸固定声纳？

现代反潜体系是一个战略与战术结合，水下、水上、空中与空间一体化的多维度、立体化、大纵深的反潜预警、识别、定位、跟踪和攻击体系。在这个庞大的反潜体系中，能够执行远程战略反潜探测任务的有：装有非声探测装置的海洋监视卫星、装有声学和声学探测装置的大型远程海上巡逻机、装有大型水面拖曳线列阵声纳的远洋侦察船，以及广布于一定水深和声道、乃至海底的海岸固定声纳系统。

海岸固定声纳系统是一种通过一定方式，将水听器基阵布设于水中一定深度、声道和海底的水声监视装置，它的主要任务就是以被动方式探测敌潜艇，并将所获取的目标信息传送至岸基地面站，由地面站转发通信卫星，以通知反潜飞机或舰艇奔赴预定海域进行战术搜潜和攻潜。

海岸固定声纳由水听器基阵、海底电缆或光缆、海底信号放大器和电子设备等组成。水听器基阵换能器多为圆柱形，通常以悬挂、锚系和坐沉海底等形式固于水中。一般每隔 5~15 海里布一基阵，从而在近海沿岸、港口要塞、海峡通道等战略要冲，由一个个水 各类声纳的布阵方式

### 美国海军布设的水声监视系统

听器基阵构成一个庞大的水下声纳警戒网络。为了尽早对前苏联潜艇进行预警，以防止其窜入大西洋、太平洋接近美国的某海域，对美发射弹道导弹和巡航导弹，美国海洋监视卫星始终不停地搜索，对苏潜艇的进出港口一清二楚。在水下，美国把水声监视系统一直布设到格陵兰经冰岛至英国一线，位于巴伦支海的熊岛至挪威海岸，太平洋中的日本、南朝鲜和阿留申群岛一线，甚至位于地中海的西班牙和土耳其海岸等，至于美国东西海岸长达 3000 多公里的海岸线，其水下更是星罗棋布，密如蛛网。

目前，海岸固定声纳主要有水声监视系统、水声固定式分布系统和综合式水下监视系统。这些水声探测系统的特点是常备不懈、忠于职守、终日不停、终年不断地长期监视敌潜艇动向，而且探测距离较远，一有情况，便立即通报，通常整个反应时间只有几分钟，因而对舰艇、飞机进行战术反潜提供了极为重要的信息和依据，但是，固定式声纳基阵毕竟是固而下动的装置，它无法象拖曳线列阵声纳那样机动反潜，所以这种守株待兔的探潜方式，在战时很易被敌破坏，如炸毁基阵、切断电缆等，所以生存能力较差。

### 什么是远程拖曳线列阵声纳？

近年来，由于潜艇隐身和降噪技术的发展，使潜艇变得更加安静，越来越难以探测。同时，潜艇航速不断提高，潜射鱼雷、导弹的航速不断加快，航程也越来越远，这对反潜兵力来说构成了不小的威胁。为了能够从更远的距离上尽早发现敌潜艇，自 70 年代以来，美、英、法等国相继研制了一批性能良好的拖曳式线列阵声纳，它一般由水面舰艇拖曳，也可由潜艇拖曳。拖曳线列阵声纳通常分两大类：远程警戒型和战术听测型。

远程警戒型实际上是一种远程水下预警声纳系统，它通常由水面舰船拖曳，用以收听远程潜艇的水声信息。目前，美国研制了一型专门用于海上水声探测和预警的 T-AGOS 远洋侦察船。这种船不属海军建制，也不配海军官兵，完全由民用部门管理和使用，以便在和平时长期游弋于大西洋和太平洋，搜集、监视敌潜艇动向，并积累重要的水声信息资料。船上一般配 20 名船员，除装备大型拖曳线列阵声纳外，还配有相应的绞车、收放装置和信息情报处理中心。工作时，侦察船通常以 3 节航速航行，拖曳线列阵声纳基阵拖在船后约 5 公里处，水听器在水中可以扭曲，具有较好的挠性。在发现目标潜艇之后，水听器基阵将噪声信号转变为电信号，借助于拖缆把电信号传至侦察船情报中心进行分析和处理。之后，通过装于侦察船主桅上的“维斯科”6 型数据链天线，将经过处理的敌潜艇噪声特性转发给通信卫星。通信卫星将接收到的信号转至美国本土地面站，并呈报海军作战部进行决策参考。美国准备建造 26 艘 T-AGOS 远洋侦察船，每艘船可在海上持续工作 90 天左右。除美国外，日本海军也发展了类似的水声监视船。

### 什么是战术拖曳线列阵声纳？

战术拖曳线列阵声纳是一种装于潜艇和水面舰艇，用以探测远距离水下目标的水声探测设备。拖曳线列阵声纳最早用于弹道导弹核潜艇，主要执行远程警戒任务。后来，逐步扩展到攻击型核潜艇和水面舰艇上，目前几乎所有现代化反潜舰艇都装有这种装置。

潜艇自身辐射噪声较小，又处于水下环境，所以较为安静。潜艇多以装备大型被动式艇壳声纳和拖曳线列阵声纳为主，因而听测距离较远，又不易暴露本艇艇位。对潜艇而言，一般不用主动声纳，只有在快速鱼雷攻击、目标识别和定位时才迫不得已使用，然后快速规避，以防敌潜艇追踪。

水面舰艇和潜艇不同，它处于辐射噪声较大的水面，且受本舰噪声影响较大，很难象潜艇那样平心静气地仔细听查目标潜艇噪声，所以舰壳声纳常以主动探测为主，这样一来，作用距离就受到限制。拖曳线列阵的出现，使水面舰艇如虎添翼，长长的水听器基阵远远地拖在舰艇后面，本舰辐射噪声再也对它形不成干扰，所以探测距离较远。装有拖曳线列阵的反潜舰艇，可以单舰游弋，也可以编队航行。编队航行时，由于前方有反潜巡逻机、反潜直升机、攻击型核潜艇和中型反潜舰艇进行警戒，所以装有拖曳线列阵声纳的舰艇一般在编队的两侧或殿后航行，航速通常在 8~12 节左右。

美国为部署拖曳线列阵警戒声纳系统而建造的“壮健”级海洋监视船

### 舰艇上的声纳安装在什么部位？



声纳是潜艇和水面舰艇的重要水中探测设备，一般每艘舰艇上都装有几部、十几部各种不同类型的声纳，按功能来分，舰艇所使用的声纳有主动定位声纳、被动测向声纳、被动测距声纳、侦察声纳、通信声纳、探雷声纳等；按声纳基阵的工作位置可分为两类：舰壳（艇壳）声纳和拖曳声纳。

声纳一般由基阵、发射机、接收机、显示器、操控台和电源等组成，在舰艇上布置时可以把它分成两大类，即声纳基阵和内部设备（电子机柜等）。声纳基阵是声纳的耳目，它的作用和雷达的天线很相似，声纳向水中发射声波或接收声波都要靠它来完成，所以基阵是一个非常重要的声纳组件，通常又称作换能器。舰壳（艇壳）式声纳基阵在水面舰艇和潜艇的总布置方案中，一般要考虑尽量减少本舰本艇自发噪声对它的干扰，通常要远离螺旋桨、发动机、舵机等噪声干扰源，把它安置在一个相对安静的位置。比如有些潜艇为了减小对声纳的自噪声干扰，特地把艏水平舵移到舰桥上，同时还把艇艏鱼雷发射管后移至艇体中部。此外，声纳基阵在舰艇上布置时还要尽量保证让它有一个开阔的视野，即观察扇面要尽可能大一些，死角和盲区要尽量小一些，这和雷达天线的布置原理是一样的。舰壳（艇壳）式声纳基阵最常用的形式是圆柱形，也有平面形（板形）、球形、曲面形（共形阵）基阵。除上述因素外，舰壳基阵在布置时还要尽可能减少水流阻力，即应使舰艇保持良好的水动力特性（特别是潜艇），这一点也相当重要。所以，一般水面舰艇舰壳声纳基阵布置在舰艏下部的球鼻形声纳导流罩内，通称为球鼻艏声纳。有的也布置在舰艏向后约  $1/3$  舰体长度处，有的还布置在舰底龙骨处，甚至有的还采用伸缩式布置，使用时伸出，不用时缩回。

#### 美国 PM52 声纳换能器阵

潜艇上的艇壳式声纳基阵一般都布置在耐压艇体与非耐压艇体之间，大的圆柱形基阵或球形基阵一般安装在艇艏下部或中部，小一些的基阵则可安装在指挥台围壳内。被动测距声纳一般要求三点式测距，工作时必须三台基阵同时工作才行，所以它的平面形基阵（板阵）只能布置在艇体两舷或沿上甲板布置。一般常规潜艇装 5~6 部声纳，弹道导弹核潜艇装 10 部声纳，反潜用攻击型核潜艇则装有 15 部声纳。一部球形被动式声纳基阵可重达 70 多吨，直径为 4.5 米，在艇艏占用面积达 70 多立方米，比一间屋子的空间还要大，此外，还要在潜艇内部装 20 余部与之配套的电子机柜。

#### 核潜艇的声纳设备布置

拖曳式声纳是一种游离于舰艇而由之拖曳的声纳探测设备，通常分两种形式，即水听器沿拖缆排列的拖曳线列阵声纳，以及把类似于舰壳声纳基阵装在导流罩内由舰艇拖曳的拖体阵声纳。这些基阵一般安装在舰艇尾部，使用时可通过卷扬装置将其拖放在舰尾数十、乃至数百米距离上进行水下探测。目前较为先进的是拖曳线列阵声纳，水面舰艇和潜艇都可装载。

#### 声纳是唯一的探潜设备吗？

声纳是广泛装备于海军水面舰艇、潜艇和飞机的一种重要的探潜设备，但并不是唯一的探潜设备，除声纳外，近年来还发展了许多种光电和电磁探

测装备。

声纳是一种利用声波进行水中探测的设备，所以受水文条件、目标变化及声波传播的影响较大，例如，在同一海区同一深度内进行探测作业，冬天探测效果就很好，到了夏天探测效果就明显下降，有时根本无法找到目标；再加上温度跃变层等水文条件的不断变化，使声纳难以进行恒定的探测和工作。另外，受风浪、水深、海底地质的影响也很大，目标及本舰运动速度、目标体积与质量等也会影响声纳的探测效能，为了进一步提高反潜探测能力，除继续改进和提高声纳的探测能力外，还发展了一系列非声探测设备。这些非声探测设备主要有雷达、磁探仪、红外探测仪、废气探测仪等。

现代潜艇中，除美、苏、英、法拥有一定数量的核动力潜艇外，绝大多数仍是用柴油机和电动机推进的常规动力潜艇。这种潜艇有两大难以克服的弱点：一是每隔一两天就必须浮上水面进行充电，二是在水面充电状态或航行状态时，柴油机工作必须排放一氧化碳气体。利用这两大弱点，近年来发展了两种探测设备：一种是反潜雷达。由于雷达是靠电磁波工作的，所以只能探测水面航行或通气管状态航行的常规潜艇，有时也能根据潜艇发射的无线电信号进行快速定位。新型探测雷达可以发现 50 海里以外处于水面航行状态的潜艇，也可以发现 10 海里以外通气管深度航行的潜艇。另一种是废气探测仪。常规动力潜艇在通气管状态和水面状态航行时，由于柴油机工作，所以往往排出一氧化碳等未完全燃烧的废气。反潜飞机可以利用废气探测仪在 450 米高度以 5 次每秒的速率进行取样分析，以确定潜艇的航向及方位。

核潜艇由于具有几个月不上浮，可连续进行水下潜航的特点，所以利用上述方法很难探测，为此，发展了磁探仪、红外探测仪等探测设备。大地是一个永恒的磁场，无论常规潜艇还是核潜艇，只要在水下移动，就肯定会引起磁场的变化，因此，用磁探仪在不同水域中探测这种变化，就会确定潜艇的所在。磁探仪一般装在反潜飞机的尾部，使用时可通过吊杆伸长 6 米，使之浸入水中进行探测，作用距离可达 900 ~ 1000 米，红外探测仪是通过测量潜艇在水下航行时所产生的磁量热辐射和热尾流，来确定其航行及方位的。一般潜艇航行时，可使周围的海水温度升高千分之五以上，由于热量在海水中散发很慢，往往可以持续 5 ~ 7 分钟，所以具有较高灵敏度的红外探测仪（可以探测千分之一度的温度变化）可以发现水中潜航的潜艇。

此外，近年来还发展了微光电视、蓝绿激光和无线电高度表等新型探测设备，装在海洋监视卫星上的无线电高度表，可以探测因潜艇在水中潜航而引起海平面的微量隆起等变化，并据此发现和跟踪潜艇。

法国磁探仪作用距离可达 2 公里

美国是怎样进行全球战略指挥、控制和通信的？

C<sup>3</sup>I（指挥、控制、通信与情报）系统是国家军事力量的神经中枢，是快速反应、形成作战能力的关键。战略 C<sup>3</sup>I 系统是 C<sup>3</sup>I 系统中的一个重要组成部分，它主要确保国家最高军事指挥当局的重大战略决策实时传达到作战部队，并确保战略武器指挥员能对所属部队进行灵敏有效的组织指挥，美国战略 C<sup>3</sup>I 系统是 60 年代建成，并经过不断改进和完善的一个全球军事指挥控制系统，它由 40 多个指挥中心，10 多个探测预警系统和 40 多个通信系统组成。

该系统可以满足国家指挥当局战时的指挥需求，总统利用其指挥线逐级向第一线作战部队下达命令，最快只需 3~6 分钟；若越级向核部队下达命令，则仅需 1~3 分钟。整个战略 C<sup>3</sup>I 系统主要由三大部分组成：探测预警系统、指挥中心和通信系统。

探测预警系统主要负责提供敌方弹道导弹和战略轰炸机来袭的预先警报，以采取必要的防御或反击措施。该系统主要有地面雷达、预警卫星和预警飞机组成。地面雷达预警主要使用超视距后向散射雷达、大型相控阵雷达和环形目标搜索雷达；卫星预警主要使用防务支援计划卫星及“导航星”卫星所携带的核探测系统；飞机预警主要使用 E-3A、B、C 机载预警与控制系统。

指挥中心是战略 C<sup>3</sup> 的核心机关，它主要分国家级和军种级两大层次。国家级军事指挥系统设有 3 个指挥中心，即国家军事指挥中心、备用国家军事指挥中心和国家紧急空中指挥所。国家军事指挥中心设在国防部五角大楼内，占地面积近 7000 平方米，设有处理和显示各战区情报的态势显示室、国家最高指挥当局高级指挥人员实施战时指挥的紧急会议室、沟通全球通信联络的通信中心及处理、存储、显示各种情报信息的技术室等。

为防止核战争条件下五角大楼的指挥中心被毁，另设有建于地下工程内的备用国家军事指挥中心和载于 E-4A、B 大型喷气式飞机之上的国家紧急空中指挥所。这两种备用指挥部在必要时均可执行与国家军事指挥中心相同的任务。美军战备共分五级，一级为临战状态，二级为按预定部署展开兵力，三级为部队转入机动待命状态，四级为加强情报和保密措施，五级为正常状态。国家军事指挥中心负责五级至三级战备的指挥，处于二级或一级战备时，E-4A、B 飞机升空，国家紧急空中指挥所取代其它指挥中心实施空中机动指挥。

军种级指挥中心较好的是战略空军司令部的地下指挥所和空中指挥所。地下指挥所是一座设于地下 14 米深的三层建筑物，内设信息搜集、处理、存储、通信及显示设备，负责战时对战略空军所属战略导弹部队、战略轰炸机部队和战略加油机部队实施指挥和控制。空中指挥所是备用指挥所，主要由 EC-135 飞机担任。

通信系统是沟通全球军事指挥控制系统的神经网络系统，它主要由国防通信系统、国防卫星通信系统、最低限度紧急通信网、空军卫星通信系统、海军舰队卫星通信系统、甚低频陆基电台广播网、“塔卡莫”机载对潜甚低频中继通信系统、极低频对潜通信系统和战略、战术中继卫星等组成。

#### 美国国家紧急空中指挥所通信接口示意图

#### 美国海军是怎样进行作战指挥与控制的？

美国海军是一支全球性远洋海军，其海军舰队部署于世界各大洋，因而海军的指挥、控制和通信系统相当复杂。是一个战略与战术相结合的网络系统。一般来讲，美国海军具有自成体系的指挥、控制和通信系统，它主要分四个级别，即舰队指挥中心、战术旗舰指挥中心、海军战术数据系统和舰艇战斗情报中心。海军这四个层次的指挥控制体系可与美国全球军事指挥控制系统相连，扩展为全球性战略 C<sup>3</sup>I 系统。

舰队指挥中心是海军指挥控制体系中层次最高的一级岸基指挥机构，主

要供大西洋联合总部司令或大西洋舰队总司令、太平洋舰队总司令及美国驻欧部队海军司令使用。舰队指挥中心的主要功能，是使岸基司令部指挥官随时均可调遣其分布在各大洋的作战兵力，它可满足下级指挥官的情报需求，也可满足高级决策指挥官对全局战况的需求，同时，还具有实时处理、筛选、分析和显示所有输入信息的能力，此外，它还可以在必要时支援海上部队战术指挥官指挥部队，并协助舰上指挥官进行情报传递和联络。舰队指挥中心由高度自动化的一系列作战指挥室组成，随时可以接收、处理和分析有关战区的情报数据，其主要情报源是海洋监视情报，即发自水下音响监视系统、侦察飞机、卫星等监视平台的各种空情及海情报告。

战术旗舰指挥中心是供；临时执行海上特定战斗任务的待混舰队司令、舰艇编队和战斗群指挥员使用的一个计算机数据处理系统，是对海上作战兵力实施协同战术指挥的关键系统，它主要装备于航空母舰、导弹巡洋舰、两栖指挥舰、两栖登陆舰或其它大型舰艇上。战术旗舰指挥中心是海军指挥控制系统的主要海上结点，也是岸基舰队指挥中心的主要海上指挥部。在战争中，它必须依赖和最大程度地利用岸基舰队指挥中心的数据源、数据相关及处理能力，以及有关的区域性情报，例如海洋监视情报、主要威胁评估、环境数据、任务保障情况和特别警报等。此外，还可从岸基舰队指挥中心获取某些战术数据，例如敌作战系统的能力和状态及超视距目标的定位和识别等。战术旗舰指挥中心可以通过本舰传感器获取附近海区态势的情报，也可以通过海军战术数据系统接收由其它舰艇、飞机等平台传输来的数据，旗舰指挥官可利用战术旗舰指挥中心选取最佳作战方案、评价决策效果以及把某些需要及时决定的权力下放给下级指挥官。在危机状态下，还可通过战术旗舰中心直接向国家指挥当局报告。

海军战术数据系统是海军作战指挥系统中最重要的一個系統，主要装备各类水面舰艇，E-2C 预警机上装备的机载战术数据系统主要用于控制以航母为基地的各种舰载机。海军战术数据系统是一个计算机化的作战指挥系统，它可实时显示各种数据和情报，编队中各战斗单元之间可靠、高速、自动地通信，是由计算机控制的数字通信线路完成的。该系统不仅可用于对水面舰艇、潜艇的跟踪，还可用于空中交通管制、反潜作战、对岸火力支援等作战行动。在装备海军战术数据系统的特混舰队中，所有舰艇、飞机均可通过数据链、经计算机处理，为舰队内其它作战单元提供战斗情报。

战斗情报中心是用于单舰作战指挥的自动化系统，其主要任务是通过本舰雷达、声纳等探测设备及时发现目标，并进行分类、识别和跟踪，全面了解双方战术态势。在确定目标性质之后，根据威胁判断及己方攻击能力，确定作战方案，协助舰长决策。如决定实施攻击，可调用本舰武器进行精确计算和射击。

## 舰队通信卫星的通信线路

### 什么是无线电通信？

无线电通信是利用电磁波在空间传播以传送代表声音、文字、图象等电信号的通信方式。

早在 1895 年，意大利人马可尼和俄国人波波夫就同时研制并试验成功了

世界上第一台无线电发射机，继而无线电通信得以迅速发展。1920 年以前，长波是唯一实际应用的通信波段；本世纪 20 年代以后，由于发现了电离层能够反射短波，所以短波通信被大量采用；1922 年以后，单边带通信技术开始推广；二次大战前，超短波通信已崭露头角，并出现了无线电接力通信；二次大战期间，开始使用微波通信；战后以来，微波接力通信、散射通信、卫星通信等新型通信手段相继投入运行。

无线电波段和频谱的划分可列为九大类：一是极低频（ELF），频率范围 30～3000 赫，波长范围 1000～10 万米，故称极长波；二是甚低频（VLF），频率范围 3～30 千赫，波长范围 10～1 万米，故称超长波；三是低频（LF），频率范围 30～300 千赫，波长范围 1 万米～1 千米，故称长波；四是中频（MF），频率范围 300 千赫～3 兆赫，波长范围 1000～100 米，故称中波；五是高频（HF），频率范围 3～30 兆赫，波长范围 100～10 米，故称短波；六是甚高频（VHF），频率范围 30～300 兆赫，波长 10～1 米，故称超短波或米波；七是特高频（UHF），频率范围 300～3000 兆赫，波长 10～1 分米，故称分米波；八是超高频（SHF），频率范围 3000～30000 兆赫，波长范围 10～1 厘米，故称厘米波；九是极高频（EHF），频率范围 3 万～30 万兆赫，波长范围 10～1 毫米，故称毫米波。

无线电通信装备，按照所用的波段，可分为：极长波电台、超长波电台、长波电台、中波电台、短波电台、超短波电台和微波电台等，按照信号传输方式，可分为：微波接力机、散射通信机和卫星通信设备等；按照工作方式，可分为：收发交替进行的单工电台和收发同时进行的双工电台；按照运载方式，可分为：便携式、移动式（车载、机载、舰载、星载）和固定式等；按照调制方式，可分为：调幅电台、调频电台和单边带电台等。

### 怎样进行无线电通信？

无线电通信是最常用的一种通信形式，无论是战略通信还是战术通信，一般都少不了以下几种通信装备，即：超长波和极长波通信装备、单边带通信装备、超短波电台、散射通信、卫星通信和通信终端等。

我们知道，无线电波有四种传播方式，即沿地表面传播的地波、以直线传播的直接波、经电离层反射的天波和经空中不均介质散射的散射波。超长波通信主要是利用地波，其次是利用在地球表面和电离层之间波导传播的天波达成的，主要用于对潜艇的通信，也可以对远洋水面舰船进行通信和导航。超长波通信的特点是发射功率大，通信距离远。当潜艇处于水下 7～8 米的深度时，1～2 兆瓦的大型台通信距离可达 5000～8000 海里，100 千瓦的中型台约达 1500～2000 海里，15～20 千瓦的小型台约达 500～1500 海里。超长波通信基本不受核爆炸引起电离层骚动和太阳黑子活动的影响，传播稳定，通信可靠。对潜艇通信时一般可穿透 20～30 米海水。为此在深水中潜航的潜艇往往浮至潜望镜深度接收超长波信号。

极长波是一种波长为 1000～10000 公里、频率为 3000～30 赫的无线电波，由于波长极长，所以海水对电波能量的衰减较小，穿透海水的能力较强，适合用于对深潜潜艇通信。极长波发信机可设于地面，也可设于地下，通信信号从天线辐射出来，部分电波能量穿过地表层，在地面和电离层之间跳跃传播，几乎可传遍全球。深潜潜艇可以利用尾部拖曳的一根长达几百英尺的

天线接收信号。1972 年 12 月，美国海军的一项试验证明，距发射台 4600 公里，在大西洋水下 120 米处航行的核潜艇可以收到极长波信号。

短波由于依靠电离层反射和传播电波，所以可用较小的发射功率发射信号，以实现较远距离的通信。单边带通信是短波通信的一种形式，它具有通信容量大、通信距离远、沟通联络快等特点，因此常用于军事通信。

超短波的工作波长很短，地波的绕射能力差，遇到障碍物可反射，地面吸收大，因而传播距离较近。超短波一般用于视距内通信，主要特点是信号稳定清晰，保密性好，电台体积小，重量轻，便于携带和操作。

散射通信是利用空中某些不均匀介质作为散射体，对电波起散射作用而进行的超视距通信。根据散射体种类的不同，可分为对流层散射通信、电离层散射通信、流星余迹散射通信以及人造散射体散射通信等。

卫星通信是利用位于赤道上空约 36000 公里的人造地球卫星作为中继站来转发无线电波，在电波覆盖区域内两个或两个以上地面站之间进行通信。通信卫星的主要功能是接收来自地面站的电波信号，经过变频、放大后再向地面站发射。利用卫星通信的主要特点是通信距离远，覆盖范围大，具有多址联接特性，通信容量大。

## 美国是怎样进行全球性战略通信的？

战略通信系统是确保国家最高指挥当局在战时和平时与位于全球各地的任何作战部队进行有效联络的通信体系。美国的战略通信系统主要由国防通信系统、战区通信系统和军种专用战略通信系统等组成。

国防通信系统是美国的全球性战略通信系统，它始建于 60 年代初，主要采用微波接力、对流层散射、卫星、短波和有线通信。该系统平时承担陆、海、空三军和某些政府部门日常业务的通信保障，战时则担负作战支援任务。国防通信系统由自动电话网、自动保密电话网，自动数字网及国防数据网等一些专业网组成。

自动电话网是 70 年代初建成使用的一个长途电话交换网，可与世界上美军 200 多个基地联接，提供数据、用户电报及图象通信。自动保密电话网是美军的全球性保密电话系统，于 60 年代末建成使用，主要用户为国家最高指挥当局、国防部、参谋长联席会议、联合司令部和特种司令部及其支援机构、其它军事部门和国务院等非军事部门。自动数字网是 60 年代初期在美国空军后勤数据通信网的基础上发展起来的，主要用于传输电传报、数据及图象。国防数据网是一个较新的通信网络，目前该网联接的主机数量已达 3500 多个。国防通信系统主要由国防通信局管理，其线路总长已达 6700 多万公里，能将配置在近 80 个国家 100 多个地区的 3000 多个指挥所联接起来。

### 美国国防部军事战略、战术和中继卫星通信系统

军用卫星通信系统是美国战略通信系统的重要组成部分，它由空军卫星通信系统、海军舰队卫星通信系统、国防卫星通信系统和国防部租用的商用卫星组成。其中，国防卫星通信系统的主要任务是为驻扎在世界各地的美军及北约部队提供战略通信；此外，还担负着为地面机动部队提供战术通信的任务。目前，国防通信卫星已发展了三代，共发射近 50 颗卫星。海军舰队通信卫星主要为国防部的战术和常规部队用户服务，设有舰载终端、舰队通播接收终端和小型背负式终端等。军事战略、战术和中继卫星通信系统是新一代抗毁性较强的极高频卫星通信系统，将于 90 年代初期以后取代空军卫星通信系统和海军舰队卫星通信系统。

## 美国的最低限度应急通信网有什么作用？

最低限度紧急通信网是美军战略通信系统的一个特殊通信网络，专供国家最高指挥当局在核环境下能够将核作战命令下达给分散于全球各地的美军作战部队，并接收这些部队执行命令的回报情况。所谓最低限度就是指在遭受核袭击情况下仍能生存和运转，并且在保密、抗干扰、传递速度、可靠性等方面必须满足基本条件和要求。

最低限度紧急通信网包括一些生存能力较强的通信系统，如国家紧急空中指挥所的低频和甚低频通信系统、空军卫星通信系统、海军陆基大功率对潜甚低频电台广播网、“塔卡莫”甚低频对潜中继通信系统以及极低频对潜通信系统等。其中，国家紧急指挥所设在用波音 747 大型客机改装的 E-4B 飞机上，续航时间长达 72 小时，机上装有 13 个独立的通信系统和 50 副天线，可以与设在陆地、空间和海上的通信系统及民用电话和广播网互联。“塔卡

莫”甚低频对潜通信系统也是设在飞机上，它由 Ecr130 型和 E6A 型飞机作为平台，负责向导弹核潜艇发送“紧急行动文电”。

### 陆军是怎样进行战术通信的？

陆军的战术通信通常是指在作战地区内指挥一个战役或战斗所使用的通信装备，一般陆军野战集团军以下各级通信系统都属于战术通信范畴。陆军战术通信的主要手段是：有线电通信、无线电通信、卫星通信和光纤通信等。其中，无线电通信又分高频、甚高频、无线电接力和对流层散射等多种方式。由于现代陆战的机动性大大提高，所以无线电通信已成为战术通信的主要手段。

战术高频电台是传递作战命令和情报的主要手段，其工作频率一般为 2~30 兆赫。20~30 公里的视距通信一般使用甚高频电台，这种电台形式多样，有手持、背负、车载等多种形式。移动式无线电接力设备主要用于战术多路通信系统，工作频段多为 220~1000 兆赫和 1350~1850 兆赫。用作野战地域通信网点之间的传输信道时，其通信距离一般为 25~30 公里。用作点对点多路通信时，利用有利地形可达 40~100 公里。车载天线架高为 12~15 米。移动式对流层散射通信是一种抗干扰能力较强，具有抗核效应作用，适于在不易通行地区进行远距离通信的设备，工作频率一般为 775~885 兆赫和 4400~5000 兆赫，单路跳频通信距离 150~320 公里，话路数量为 12, 24 或 60 路，一般采用直径 3.4 和 5 米的抛物面天线。除上述无线电通信设备外，有线电通信和战术交换设备也是陆军通信的重要设备。

随着大规模集成电路、数字通信和微处理机技术的发展，陆军战术通信设备也将产生重大变革。在野战地域通信网方面，主要发展能传输电话、电报、电传、传真和数据等多种信息的战术移动式综合通信系统，如英国的“熊”、“松鸡”系统，法国的“里达”系统，美、加、澳合研的“野鸭”系统，德国的军级自动化干线网及美国的三军联合战术通信系统等。这些系统都是由多个节点构成网络，每个节点设有可自动转接的交换机，用多路无线电接力设备互联，覆盖整个战术地域。

战术卫星通信是陆军战术通信的重要手段，英军和美军在马岛海战和海湾战争中都有效地使用了卫星通信设备。这种通信方式的主要特点是通信距离远，无需中继，线路可靠性高，开设迅速，站址不受限制，且配置灵活，适应多变的野战环境。美国陆军卫星通信主要有：多信道超高频初期系统、多信道超高频最终系统、单信道特高频专用系统、单信道特高频背负式系统、单信道特高频按需分配多址系统和单信道超高频/极高频按需分配多址最终战术终端。

此外，还将发展战术光纤通信、战术跳频无线电台、数字化通信等新型通信装备。

### 美军联合战术情报分配系统

### 海军是怎样进行远程通信的？

海军远洋舰队的远程通信目前主要有三种方式，即通信站、通信舰和卫



星通信。海军远程通信的特点是超视距舰岸或舰舰间双向通信。海军通信站是一种接力通信网络，它由分设于全球各地的通信台站组成，彼此间通过微波线路、电缆或其它线路进行联接。通信舰是一种战术型机动通信装备，美国在越南战争时曾使用 22500 吨的航母改装了一艘“安纳波利斯”号通信舰，上装 24 部大功率发射机、60 部接收机和一些其它通信设备。卫星通信是一种主要的通信方式，美苏海军都从 70 年代以后发展了舰队通信卫星，保证了海军舰艇的实时通信。其它国家虽没专为海军发射通信卫星，但舰艇可通过三军卫星或其它卫星进行正常的通信联络。

海军战术通信范围通常在 450 公里半径以内，频率范围为高频至特高频，即 3~3000 兆赫，战术通信的主要任务是海上作战部队之间的通信，一般使用数字无线电系统进行通信，如美国的战术数据链等。

### 海军是怎样进行对潜通信的？

海军是一个战略军种，不仅有潜艇、水面舰艇，还有飞机和陆战队等多种装备，具有全球性作战的特点。海军通信的主要任务是为各级指挥中心、探测系统和武器控制系统提供通信保障。海军通信的主要手段有视距通信、高频远程通信、飞机通信和卫星通信等，通信的主要对象是潜艇和水面舰艇，通信的主要形式为话音通信、报务通信和数据通信。

潜艇主要分弹道导弹核潜艇、攻击型核潜艇和常规潜艇三种类型，其中，弹道导弹核潜艇是国家三位一体核威慑力量中的重要支柱，是国家的秘密武器，它主要执行总统的指令，必要时向敌国预定目标发射核导弹。因此，对潜通信往往以对弹道导弹核潜艇通信为主，这类潜艇一般不具备强大的战术攻击能力，往往游弋于深水大洋待命，所以对此类潜艇的通信成为海军通信的一大难题。攻击型核潜艇和常规潜艇多为战术攻击性潜艇，它们通常与水面舰艇联合编成，也可单独或集群编成，所以此类潜艇通信多为战术通信，执行远洋任务时也可进行战略通信。

海军对潜战略通信的主要方法是建立岸基大功率甚低频电台网络，这种甚低频发射机功率大，天线也很大，频率范围为 10~60 千赫，发射机输出功率达 0.01~2 兆瓦。其主要缺点是系统造价高，建造周期长，天线和发射机体积庞大而笨重，战时易遭破坏。战后初期前苏联建造的 1000 千瓦甚低频电台采用 6 组六边形天线阵，天线由 30 座高铁塔组成，中间塔为 200 米，外边塔为 175 米。60 年代以后前苏联建造的“大力士”型甚低频电台发射机，虽采用 5 组 T 形无线阵，体积和重量有所减小，但仍由 18 座高铁塔组成，塔高在 235 米左右。为了提高甚低频电台天线的高度，前苏联曾在 50 年代采用 A3—55 型气球天线，能将天线升至 2000 米高度工作，但受气候条件影响较大。

1962 年美国研制了一种机载甚低频发射机，其功率 10~200 千瓦，拖曳天线长度可达 1 万米，可由 EC-130Q 飞机装载。这种飞机任务续航时间为 10.5 小时，机上有 15 名机组成员，工作时需在潜艇活动区域上空进行不间断地飞行和巡逻。以随时给弹道导弹核潜艇下达命令。这种称为“塔卡莫”的机载甚低频对潜中继通信系统已发展了四代，目前正在改用波音 767 飞机执行巡逻通信任务。

### 潜艇激光通信示意图

海军对潜通信除上述方式外,美国自 60 年代初期还发展了一种极低频对潜通信系统。30 ~ 300 赫的极低频在海水中的损失很小,能穿透 100 米深的海水,因此,潜艇可在 60 ~ 100 米深水中隐蔽航行。

1976 年的一次试验表明,航行于北极 9 米厚的冰层下约 122 米深水中,以 30 节机动的核潜艇收到了极低频报文。这种通信方式的最大缺点是天线系统极为庞大,通信速度太低,发 20 个英文字母需 50 分钟,因此距作战要求相差较远。目前正在发展的高技术对潜通信主要有两种,即 30 ~ 300 千兆赫的极高频卫星对潜通信和 0.5 微米波长的蓝绿激光对潜通信。

### 舰艇是怎样利用电动航海仪导航的？

电动航海仪器是借助电能工作的一种导航仪器,主要有陀螺罗经、平台罗经和惯性寻航仪等,陀螺罗经又称电罗经,是舰艇上指示方向的主要仪器。与磁罗经相比,其主要特点是不受磁场影响,地磁和船磁的变化不会影响电罗经的工作;指向能力较强,比较稳定,不受突然打击的影响,生存能力较好。平台罗经是陀螺罗经加平台而构成的,因而除测定航向外,还能提供精确的横摇和纵摇姿态信息。惯性导航仪是一种通过测量自身加速度而进行导航的仪器,主要由加速度计、陀螺稳定下台和计算机等组成。惯性导航系统主要通过惯性敏感元件来感受舰船的加速度,然后经过一系列运算,提供出航行和武器所要求的各种数据,如航向、航程、航速、经纬度及纵横摇摆等。惯性导航系统不依靠任何外界条件(如无线电波和天体观察等)而能精确导航,不接受和发射任何形式的电磁能,所以不受干扰,不易暴露舰位和艇位,也不易遭破坏。目前,惯导系统已成为核潜艇最重要的导航方法。

### 舰艇是怎样进行导航的？

舰艇导航系统主要提供舰位、航向、航速、航程及纵横摇角度等信息,以保障舰艇安全、准确航行,同时为舰载导弹、火炮、鱼雷等武器的战斗使用提供必要的导航信息。

第二次世界大战以前,舰艇导航主要使用六分仪、罗经和计程仪等普通航海仪器,40 年代开始使用无线电导航,50 年代核潜艇的出现,推动了惯性导航系统、导航潜望镜和射电六分仪的发展,60 年代出现了卫星导航系统。目前,弹道导弹核潜艇以惯性导航为主,通过电子计算机,将无线电导航系统、卫星导航系统、水声导航系统等组合为一体,形成综合导航系统,其它类型的潜艇和水面舰艇,也在采用类似的综合导航系统。

现代舰载导航仪器,按结构性能可分为普通导航仪器、电动导航仪器和无线电导航仪器三种。其中,舰艇普通导航仪器主要有磁罗经、六分仪、测深仪和计程仪等。磁罗经亦称罗盘,是利用磁针受地磁场的作用来指示舰船航向和测定目标方位的一种航海仪器。按磁罗经在舰船上的用途,又分为方位罗经和驾驶罗经。方位罗经一般装在舰船上层建筑的顶部,主要用于观测目标方位,是地文航海不可缺少的仪器;驾驶罗经一般装在驾驶室内舵盘的前面,以便操舵时观看航向。六分仪是一种较精密的测角仪器,主要用于测量天体的高度和地面目标的水平角及垂直角。测深仪是用来测量水深的仪

器，有手操水铈、机械测深仪和回音测深仪等多种形式。现代舰船一般都采用回音测深仪，它是通过向海底发射超声波，经海底反射后接收回音的方法来测量水深的。计程仪是用来指示航速和航程的仪器，一般舰船上装有水压计程仪、转轮计程仪和电磁计程仪等。

### 舰艇是怎样进行无线电导航的？

无线电导航是利用外界导航台的电磁波信息来定位和导航的仪器，舰艇上装备的一般有无线电定位仪、无线电测向仪、导航雷达、卫星导航仪和组合导航仪等。无线电定位仪即双曲线无线电导航仪器，是利用无线电信号，根据双曲线原理进行定位和导航的仪器。目前常用的有“劳兰”A“劳兰”C“台卡”及“奥米加”等。“劳兰”亦称“罗兰”，是英文“远程导航”词头的缩写词音译名，本身无专门特定含义。“劳兰”A是中频、脉冲、双曲线导航系统，“劳兰”C是低频、脉冲、双曲线导航系统。“台卡”是低频、连续波、双曲线无线电导航系统。“奥米加”是甚低频、超远程、双曲线光线电导航系统。“奥米加”导航系统有8个甚低频发射台就可覆盖全球，可用于飞机、舰船、车辆的导航，还可对12~15米水下航行的潜艇进行导航。

导航雷达主要用于近岸航行，特别是用于不良视距下的导航和避碰。导航雷达能显示舰船周围数十海里内的海面目标，能较准确地测定岛岸和舰船的方位、距离，一般舰船上都装有导航雷达。无线电测向仪又称无线电罗盘，是一种装在舰船或飞机上，用以测量相对已知电台的方位角来定位的仪器。使用测向仪一般不超过100海里，因而不适于中远程和高精度导航的需要。

卫星导航系统是利用卫星等专用设备，接收、测量其相对于导航卫星的位置参数，获得舰艇地理坐标来引导舰艇航行的设备。卫星导航的优点是：可全天候、全球性覆盖定位，精度高，可达几十米，十几米，且陆、海、空军各种装备均可携带和使用；性能可靠，操作简单，抗干扰力强，生存力好。

综合导航系统是把舰艇上各种导航设备组合成一个大系统，进行组合式导航，它主要有互补式综合导航系统、重复式综合导航系统、天文-惯性导航系统、惯性奥米加-卫星综合导航系统等。综合导航的主要特点是各种系统可取长补短，使总精度大大提高，并使功能有所扩展。

### 什么是电子战？

电子战又称为电子对抗、无线电电子对抗或无线电电子斗争，它是敌对双方利用电子设备或器材进行的电子斗争。电子战主要包括三个人面的内容：对敌方电子设备的性能参数及位置等进行侦测，为作战行动提供有关的情报，并为干扰、欺骗及电子防护提供依据；采用干扰或欺骗等手段，使电子设备降低性能或无法工作，甚至得到错误信息，造成判断失误；在敌方实施上述干扰措施时，采取一切必要手段以保证己方电子设备正常发挥效能。电子战的上述三个重要方面通常称为：电子侦察或电子支援措施，电子干扰或电子对抗，电子反侦察、反干扰或反电子对抗措施。

电子侦察主要通过平时和战时进行，一般可分为战术侦察和战略侦察两类。前者主要利用电子设备查明对方电子设备的技术性能，如工作体制、频率、脉冲宽度、重复频率及功率等，主要为采取对策和实施干扰提供战术和

技术依据；后者主要是利用电子设备查明对方电子设备的类型、数量、配置、部署和变动情况，以获取有关军事情报，为制定作战预案和实施攻击提供决策参考。电子侦察主要有雷达侦察、通信侦察、光电侦察和水声侦察等，主要设备有：地面电子侦察站、远洋电子侦察船、侦察飞机、侦察卫星和投掷式侦察设备等。

美军 F-4G “野鼬鼠” 飞机装备了较完善的电子战系统，机头雷达罩下的 AN/APR-38 电子战系统天线及接近进气口的 AN/ALQ-131 电子战吊舱是新近装备部队的电子战设备

电子干扰包括雷达干扰、通信干扰、光电干扰、水声干扰等多种形式，通常可分为有源干扰和无源干扰两种形式。在有源干扰方面，实施雷达干扰时主要使用压制性杂波干扰和欺骗性回答干扰方式，实施通信干扰、光电干扰和水声干扰时同样也是利用这两种方式。在无源干扰方面，实施雷达干扰时，一般采用铝箔条、银化尼龙丝、铝化玻璃丝和偶极子箔条等无源干扰物，以及金属角反射器、浮标、反射体火箭和龙伯透镜等伪装物；实施光电干扰时主要使用光波吸收涂料、金属箔条、角反射器、烟雾、气悬体、悬浮体干扰物和伪装等；实施水声干扰时，主要使用吸声涂层、气泡幕、气幕弹、潜艇模拟器和假目标等。

实施电子战的主要装备有：用于战役级进攻型电子战的主要有专用电子战飞机；用于防护型电子战的主要有机载、舰载、车载和地面装备的自卫式电子战装备；用于摧毁敌电子装备的硬杀伤武器主要有反辐射导弹等。

### 电子战装备是怎样在战争中发展起来的？

电子战的发展大体经历了三个阶段：第一阶段是本世纪初至二次大战结束之前，此间电子斗争的核心是针对早期的无线电通信、导航和典型的脉冲雷达，发展了电子侦察、噪声干扰及消极干扰设备，奠定了电子战的基本门类。

1904 年日俄战争中，俄国巡洋舰就对日本舰艇施放无线电通信干扰；1940 年 8 月，英国对来袭的德国轰炸机首次使用杂波干扰和欺骗干扰，使德机无法进入预定空域，误将炸弹投入大海，甚至误降英军机场；1942 年 6 月，由于美军破译日军无线电通信内容，使日军 4 艘航母在中途岛海战中沉入大海；1943 年 7 月 24 日，英军飞机夜袭汉堡，首次对防空雷达施放消极干扰箔条，使雷达无法瞄准目标，结果参战飞机 800 架，仅损 12 架，战损率由 6 % 降至 1.6 %；1944 年 6 月至 7 月的诺曼底登陆战役中，英法联军用多艘小船装载无线电干扰器材模拟大型舰艇雷达回波，用飞机在船队上空抛撒干扰物模拟大批护航飞机，从而使德军上当受骗，联军顺利航渡、换乘和登陆，2127 艘舰船仅损失 6 艘。

第二阶段是战后至 70 年代初，此间雷达技术迅猛发展，火控雷达和各种导弹的广泛应用，促使电子对抗技术全面发展。新的综合性电子对抗系统（如反辐射导弹、电子战飞机、投掷式遥控干扰机及光电对抗和水声对抗装备）得以迅猛发展。美军侵越初期，越使用地空导弹击落大量美机，3 发导弹的命中概率高达 97 %；1966 年美军使用电子战飞机和电子战装备之后，平均发射 10 ~ 15 枚导弹才能击落、架飞机；1972 年以后，所有作战飞机都装了自

卫式电子战装备，并开始使用反辐射导弹，使越发射 84 枚导弹才能击落：架飞机。

1968 年苏军入侵捷克时，对北约及捷克境内的防空警戒雷达网实施大面积干扰，得以在 6 小时内控制布拉格，22 个小时占领捷全境。

第三阶段是 70 年代以后，由于电子技术特别是数字技术、微小型计算机技术等新技术的运用，使电子对抗装备向数字化、自动化、多功能、自适应的综合电子对抗系统发展，除自卫式、被动式电子战装备外，用于主动攻击和硬杀伤型的电子战装备得到进一步发展。1973 年第四次中东战争中，埃、叙海军发射 50 枚“冥河”反舰导弹攻击以军舰艇，结果全被干扰掉，无一命中；1982 年 6 月 9 日，以色列灵活使用电子战，不到 6 分钟，就摧毁叙利亚 19 个导弹连。在 1982 年的马岛海战、1986 年的美利冲突和 1991 年的海湾战争中，也大量运用了电子战。

英军“卫兵”机动式电子支援系统装在“陆上流浪者”吉普车上

### 什么是电子战战术？

随着电子技术的飞速发展和在军事指挥、控制、通信、情报及武器制导等方面的大量应用，使电子战从以往的通信对抗和雷达对抗扩展到光电对抗和水声对抗等各个领域，渗透到陆地、海洋、空中甚至外层空间。实战证明，多数电子战手段虽在战斗性能和杀伤机理上并不属于杀伤性武器，但它对战斗进程的影响却非常大，有时甚至可决定战争或战役的胜负。随着反辐射导弹的发展和运用，电子战已具备了软硬两种杀伤手段，因而在现代战争中的地位陡然上升，现代战争中是如何运用电子战装备进行作战的呢？从 1982 年以来的几个典型战例便可见一斑。

#### 以军空袭贝卡谷地示意图

1982 年 6 月 9 日，以色列在贝卡谷地发动一次规模庞大的闪击战，6 分钟内摧毁了叙利亚 29 个“萨姆”6 地空导弹阵地。在这场闪击战中，以色列把电子技术作为战斗力要素，以电子优势支援空中优势，广泛运用无人驾驶飞机、预警机、反雷达攻击机、地对地反雷达导弹等先进的电子武器系统，使叙军蒙受了重大损失，成为一次著名的电子战战例。

开战之前，以色列在地中海安全空域部署了 2 架 E-2C“鹰眼”预警机，用以监视空情、指挥无人机和地地反雷达导弹协同作战。并引导战斗机和攻击机接敌。同时，还负责监视叙军飞机和机场，并对其敌我识别系统等实施干扰。此外，还在同一空域部署了之架用波音 707 飞机改装的电子战飞机，主要遂行电子侦察和干扰任务，并通过数据通信系统为地地反雷达导弹和袭扰型无人机提供战术数据。在贝卡谷地山脉的另外一侧，还部署有“狼”式地地反雷达导弹和无人驾驶飞机。

在实施电子战的过程中，以色列主要采取了两种战术：一种是先用装有雷达回波增强器的无人机深入叙军防御纵深，形成“战斗机群”来袭的假象，引诱其地面防空雷达开机和跟踪；继而电子战飞机摄取其雷达频谱和参数，并经 E-2C 预警机传输给山背后的“狼”式反雷达导弹；反雷达导弹在 E-2C 引导下接踵而至，并按叙军地面雷达波束驾束冲向雷达，将其摧毁。另一种

是利用袭扰型无人机进一步压制其防空雷达。首先，装有雷达增强器的无人机深入叙军防御纵深，引诱其地面雷达开机；其次，装有反雷达战斗部和自动导引头的袭扰型无人机接踵而至，向其雷达发动自杀性攻击。在摧毁叙军地面雷达之后，便出动大量战斗机和攻击机对预定目标进行轰炸，同时利用自卫式电子干扰装置进行自卫干扰。

1986 年美利冲突中，美军于 4 月 15 日凌晨对利本上内 5 个预定目标进行了“外科手术式”轰炸，此间，电子战发挥了重要作用。这次空袭行动中，美军实施电子战的主要战术有 4 个：一是实施电子侦察，掌握电磁特性。在行动前一个半小时，E-2C 预警机便升空警戒和监视，截获利地面雷达频率，摸清其电磁特性，并将有关数据传输给设在航母上的作战指挥部。二是实施电子压制，迷盲地空雷达。空袭前 8~12 分钟，14 架舰载 EA-6B 和 3 架 EF-111 电子战飞机在 E-2C 预警机的引导下进入作战空域，继续掌握电磁频谱，截获利地面雷达频率，继而在突击机群进入地面防空雷达探测区前数分钟，在距目标约 100~120 公里的 6000~8000 米高空发射强大的干扰功率进行压制性干扰，迷盲其地空雷达，瘫痪其指挥系统，使其飞机不能升空，雷达荧屏一片雪花，通信联络全部中断。三是发射反辐射导弹，摧毁利地面雷达站。在进行有效的电子压制之后，15 架 A7 舰载攻击机和 F/A-18 战斗/攻击机于空袭开始前 6 分钟进入干扰走廊，先以 60 米高度超低空飞行，距目标 20 公里左右时突然爬升至 150 米高度，摄取雷达波束并发射反辐射导弹，先后摧毁 6 个雷达站和若干机场通信塔台。四是攻击机集群轰炸，电子战飞机随行干扰。在轰炸中，除伴随干扰外，各种飞机上还都装有自卫式干扰装置，进行自卫干扰。

以色列的“侦察兵”式无人机在回收网内。以军用“侦察兵”在空袭前侦察了叙军的 SA-6 导弹阵地

### 什么是雷达对抗？

雷达对抗是电子对抗的一个重要组成部分，是敌对双方以雷达装备为主而进行的一种电子斗争。一方想方设法摸清对方的雷达频谱和工作特性，以进行必要的干扰，使之雷达迷盲，武器失控；另一方则千方百计隐蔽自己，以免遭对方探测和干扰，从而保证己方雷达始终处于正常工作状态。雷达对抗主要包括雷达侦察和雷达干扰两个部分：其中，雷达侦察是进行雷达对抗的前提，只有摸清敌雷达的部署情况、工作特性、技术参数和无线电频谱，才能引导己方电子干扰设备对其进行必要的、有的放矢的雷达干扰。雷达侦察设备按用途可分为三类：情报侦察、电子警戒和引导干扰。情报侦察用的雷达侦察仪品种繁多，可以安装在飞机、舰艇和地面上。另外，利用侦察卫星进行侦察则是一种最现代化的电子侦察方式，这种雷达侦察设备的主要用途是通过截获雷达信号，为分析敌方雷达的技术水平、使用特点、发展动向及部署与调动情况等提供情报。电子警戒用的雷达侦察仪主要用于及早发现敌方雷达信号或制导信号，并向己方发出警报，以便采取相应措施。引导干扰用的雷达侦察装备主要用来侦察敌方雷达的工作频率和所在方位等，以引导己方雷达干扰机在方位和频率上对准敌方雷达实施干扰。

## 德国 DAR 反雷达无人机攻击敌雷达示意图

### 什么叫雷达有源干扰？

雷达干扰是雷达对抗的重要手段，它主要分两种干扰形式：有源干扰和无源干扰。有源干扰又称积极干扰，是利用无线电设备发射某种形式的干扰信号，扰乱或欺骗敌方雷达，使其工作困难或无法工作。有源干扰主要分两种干扰方式：杂波干扰和欺骗干扰。杂波干扰又称压制干扰，是使用杂波干扰机产生杂乱无章的杂波，使敌雷达荧光屏上出现一片雪花和“茅草”，从而掩盖真实的目标回波。杂波干扰一般用瞄准式和阻塞式方法进行，前者是指将干扰机的雷达频率对准敌雷达频率发射干扰性电磁波；后者是指干扰机发射宽频带杂波干扰，使敌雷达在变换几个频率的情况下仍无法摆脱强大的杂波干扰。欺骗式干扰是通过产生和目标回波相似的干扰信号来以假乱真，使敌受骗上当，判断失误，失去战机。欺骗式干扰主要有距离欺骗、方位和角度欺骗等。

### 什么叫雷达无源干扰？

美国航母所载的 AN/SLQ-17 电子战系统可以在远离本土的位置上制造一个假航母的电子图象，引诱来袭导弹偏离目标

无源干扰又称消极干扰，这类干扰设备本身并不辐射无线电波，只是依靠反对和吸收敌雷达发射的电磁波来干扰其工作。无源干扰方式主要有两种：无源干扰物的投放与散布，以及雷达伪装器材及手段。无源干扰物主要有铝箔条（丝、片）、银化尼龙丝、铝化玻璃丝和偶极子箔条等。干扰物投放设备主要有：机电式投放器、气动式投放器、电引爆式投放器、火箭投放器和火炮式投放器等。这种干扰设备的主要特点是反应时间快，反射面积大，留空时间长，干扰效果好。具有强大反射能力的干扰云和干扰走廊，是掩护己方兵力兵器免遭敌探测和攻击，以及欺骗敌雷达、使之迷盲的重要手段。雷达伪装器材和手段主要有四个：利用金属角反射器、浮标、反射体火箭和龙伯透镜等，把来自不同方向的雷达信号反射回去；利用由人造合成纤维和金属丝编织的反雷达伪装网进行伪装和隐身；利用各种吸雷达波的涂料涂于装备表面，以减弱雷达波的反射能力；利用优化外形设计和配合使用反雷达涂料，使装备具有隐身能力。

### 怎样对雷达进行消极干扰？

#### 法国“撒盖”舰载诱饵发射装置

我们知道，雷达是一种向外发射电磁波的电子设备，它所辐射的电磁波在碰到目标后便产生回波，据此，雷达便可检测目标的距离、方位、仰角和速度等参数，算出提前量，指挥或引导武器对目标进行攻击。根据雷达这一特点，可以采取投放箔条等大量消极干扰物或设置大量金属反射体等方法，来达到欺骗、诱惑、干扰和隐真示假的目的，从而保证己方兵力兵器的安全。

目前，各国使用较多的消极干扰措施主要有：金属干扰物、角反射器、假目标、微波吸收材料、金属气悬体和伪装网等。

金属干扰物一般指通过反射电磁波来扰乱雷达正常工作的反射物，其长度约等于被干扰雷达波长的  $1/2$ 。常用的有金属丝、箔带、涂铝玻璃丝、镀银尼龙丝等，投放方式一般使用飞机布撒、舰艇发射或用火炮、火箭等投掷。金属干扰物投放后所形成的干扰云或干扰走廊，往往可以保护己方兵力兵器免遭来袭导弹的追击，同时，也可掩盖真实目标的雷达回波，使敌雷达荧光屏前一片杂而无序的目标影像，使之真假难辨。

角反射器是由三个相互垂直的金属反射面组成的，形状有三角形、扇形和方形等，通常由多个反射器组合使用，以模拟机场、导弹发射阵地、大型舰艇等假目标，由于反射体能将雷达电波沿入射方向反射回去，所以可用小型角反射器模拟反射大型目标，而将真正的目标隐藏起来。

假目标也称雷达诱饵或雷达陷阱，它也是采用角反射器或小型飞行器等来模拟真正的目标，以达隐真示假的目的。海湾战争中伊拉克使用大量可充气的角反射器，用柔性金属织物或涂有金属层的可折叠式假目标等来模拟“飞毛腿”导弹和作战飞机，曾一度发挥过作用。

微波吸收材料是一种能吸收雷达电磁波的涂料，将它涂在飞机、舰艇等目标表面，能通过吸入入射的电磁波来减小反射回波，从而使敌雷达无法识别和发现目标，即是能够发现，也难以判断目标体积大小，能使之造成判断失误。

金属气悬体是利用飞机或火箭的发动机来喷出含有易电离的金属粉末的高温气流，在空中形成等离子区，象云彩一样悬浮于空中，对电磁波产生强烈的反射，形成强回波，在雷达显示器上出现很长很宽的亮带，将飞机目标的真实回波掩盖起来。

反雷达伪装网是一种涂有电磁波谐振吸收材料的伪装网，网上制有凸头、凹槽、开孔等，可以散射方法来减小表面散射和增加吸收带宽。反雷达伪装网可用于保护车辆、飞机、桥梁等目标，能大量减弱雷达回波，此外，还有利用优化外形进行隐身和施放假目标等手段。

## 法国“达盖”舰载诱饵发射装置

### 什么是光电对抗？

光电对抗是电子战的一个重要方面，是作战双方在光频波段进行的一种电磁斗争，一方利用各种手段侦察、破坏和削弱对方光电技术装备的效能，另一方则千方百计采取一系列对抗措施消除各种干扰，以保证己方光电技术装备的正常工作。光电对抗包括光电侦察、光电干扰和反光电侦察与干扰三个方面，无论是侦察、干扰还是反侦察、反干扰，都离不开红外、激光利可见光这三个技术领域。

其中，光电侦察是指利用光电技术装备查明对方光电武器装备的方向、配置、性能和数量，并以声、光或显示等形式报警。光电侦察分主动侦察和被动侦察两种工作方式，前者主要使用激光雷达和滤光探照灯等，后者主要使用红外报警器、激光报警器和综合报警器等。红外报警器主要装备在战斗机或其它飞机上，以便及时对来袭的红外制导导弹进行告警。激光报警器是



目前光电侦察设备发展的重点，利用激光的时间相干性来探测和识别激光辐射的相干识别型激光报警器，不仅能对激光的照射报警，还能确定激光的波长、脉宽、重复频率及激光源的方位等，并具有虚警率低、体积小、结构紧凑、易于制造等优点。此外，还正在发展一种综合报警器，有的既能探测射频，又能探测光频，雷达和激光器一体化；有的则同时具备探测红外、可见光、紫外和射频的能力。

法国“美洲虎”攻击机上搭载的激光指示吊舱

### 什么是光电干扰？

光电干扰是指利用各种手段破坏和干扰对方光电设备并使之失效的一种装备。光电干扰和射频干扰一样，也分为有源干扰和无源干扰两大类。有源干扰又称积极干扰或主动干扰，是利用光电技术装备发射和转发某种光频段的电磁波，来压制或欺骗对方的光电装备。光电有源干扰主要有压制性干扰和欺骗性干扰两种工作方式，前者包括致盲式干扰和摧毁式干扰；后者包括回答式干扰、诱饵式干扰和大气散射式干扰等，无源干扰又称消极干扰或被动干扰，它是利用本身不发射电磁波的器材吸收、反射或散射光波，以及人为地改变目标的光学特性等手段，使对方的光电装备效能降低或受骗。光电无源干扰设备主要有光波吸收涂料、金属箔条、角反射器、烟雾、气悬体、悬浮体干扰物和伪装等。

可见光干扰也称视频干扰，主要是为了对付用肉眼和光学瞄准具观瞄的防空武器，主要干扰措施有：使用光学吊舱，通过高能闪光和发射激光束使人眼致盲或眩目，以及将飞机涂成不易被观瞄的保护色等。

反光电侦察与干扰主要采用多光谱技术、各种背景与目标辐射鉴别技术、光学信息处理技术、抗干扰电路技术及复式制导技术等，也可采用各种伪装措施和防护措施，如涂料、伪装网、迷彩丝布、防护镜等。

### 什么是红外干扰？

红外干扰是对付红外制导导弹的一种手段，常用的有红外诱饵等。红外诱饵也称假目标干扰，是一种可从飞机、舰艇、地面发射，通过辐射强大红外能量诱骗来袭导弹的一种欺骗式红外干扰设备。红外诱饵弹分为烟火型诱饵弹、复合型诱饵弹和塑料型诱饵弹等，烟火型诱饵弹是一种最常用、最简单的诱饵弹，它只能通过烟火来辐射红外能量，燃烧时间约3秒钟，辐射功率15千瓦。复合型诱饵是既能辐射红外能量又能通过散发箔条来干扰雷达电磁波的一种专门对付红外，雷达复合制导导弹的诱骗设备。塑料型诱饵是一种通过向威胁区喷洒诱饵燃料，在空中形成燃烧区，引诱红外制导导弹的一种设备。

### 什么是激光干扰？

激光干扰主要是对激光制导武器进行干扰和欺骗。用一部或多部激光干扰机通过侦察进行频率瞄准，然后发射激光干扰波，利用大气对激光的散射

效应，在空间形成许多杂乱的激光散射波，干扰敌激光目标指示器等光电接收设备，使其传感器失灵，这就是所谓的大气散射干扰，激光假目标干扰是用角反射器等具有强反射特性的反射体，来反射光束诱骗激光制导炸弹和导弹飞向假目标。施放激光干扰箔条、烟幕、气悬体等也能形成光散射体，使激光光束散射而不能射向目标。

### 什么是水声对抗？

水声对抗是电子战的一个重要方面，是作战双方在水下利用水声设备展开的一种电子斗争。一方想方设法侦察对方的潜艇和声自导鱼雷，另一方则千方百计降噪隐身，进行水声对抗，以免遭对方探测和攻击。水声对抗主要分水声侦察和水声干扰两个方面。水声侦察是使用主、被动声纳及声纳浮标发现和探测水下目标的方位和距离，以供己方潜艇规避、干扰或实施鱼雷攻击；水声干扰则是运用多种方式干扰和诱骗敌潜艇或声纳，摆脱其跟踪，掩护自己脱离危险区或保证水中兵器的作用得以正常发挥。水声干扰和雷达干扰、光电干扰的工作方式基本相同，也分有源干扰和无源干扰两大部分。

### 什么是水声无源干扰？

无源干扰又称消极干扰或被动干扰，它本身并不发射任何声波，而是通过对声波的吸收和反射来对敌声纳及声制导武器实施干扰。无源干扰主要有吸声涂层、假目标、气幕弹等。吸声涂层是通过在潜艇外壳上覆盖一层能吸收声波的涂料来降低潜艇的声波反射能力的一种防护方式。二次大战时期曾采用过橡胶吸声防护层，目前多使用消音瓦等新型吸声涂料。气泡幕是通过向水中散发一种化学物质，经与海水化合反应后产生大量气泡，以此来吸收声波。气幕弹也是一种类似气泡幕的干扰装置，所不同的是可用发射器发射，使弹内的化学物质与海水化合产生气泡，以达吸收声波的目的。悬浮金属颗粒假目标是通过潜艇向海水中喷射一种能吸附金属颗粒的粘胶物质，来产生一个能模拟潜艇形状的真目标，以反射声波，欺骗反潜声纳或声自导鱼雷。

### 什么是水声有源干扰？

有源干扰又称积极干扰或主动干扰，它是利用专门的设备发射干扰信号或模拟目标的回声及噪声，用以压制和欺骗对方声纳设备的一种干扰方式。它能发出类似潜艇主要噪声源的噪声，可接收并重发敌方主动声纳的脉冲，能水下自动航行，能迷惑敌主被动声纳，将来袭的声自导鱼雷等诱离以保护己艇的安全。有源干扰所使用的设备有压制性干扰设备和欺骗性干扰设备两种类型。

压制性干扰设备又称噪声干扰器，它和雷达对抗中的雷达杂波干扰机相似，主要用来发射大功率宽频带水声杂波信号，以掩盖对方声纳设备收到的目标信号，使其不能正常工作，并能配合声诱饵实施有效的诱骗。噪声干扰器的主要用途是对抗主动声纳、被动声纳及声制导鱼雷。噪声干扰器按干扰信号结构特点，可分为舰载式和投掷式两种。舰载式噪声干扰器分舰体和艇体安装式和由水面舰艇或潜艇拖曳式两种，其主要特点是干扰功率较大，结

构简单，干扰器工作时间较长，施放干扰后能使对方声纳设备和声制导鱼雷难以获得被跟踪舰艇的准确位置，以至于让对方声制导鱼雷攻击拖曳式噪声干扰器。投掷式噪声干扰器是使用装在潜艇舷侧的专用发射筒发射，能漂泊于一定深度实施噪声干扰，有的还具有自航能力，在施放干扰的同时，干扰器还可实施机动。

欺骗性干扰设备又称模拟性干扰设备，它主要通过模拟潜艇噪声、尾流和磁场变化等，诱骗敌声纳，使之探测失误，使声自导鱼雷偏离其预定攻击目标。欺骗性干扰设备包括回声重发器、噪声模拟器、潜艇模拟器和声诱饵等。回声重发器又称瞄准式干扰器，它的工作原理是把侦收到的声波信号放大，然后以较窄的频带瞄准敌声纳设备所发射的信号频率进行定向干扰。噪声模拟器是一种主动式欺骗干扰装置，它主要通过噪声发生器、潜艇或舰艇的自噪声录音等把自噪声放大并发射出去，使敌声纳追踪假噪声目标而放弃真目标，从而起到隐真示假的目的。潜艇模拟器是一种能模拟潜艇噪声、尾流、航速和机动能力，以及磁场变化等特性的投掷式干扰器，它的尺寸与形状和鱼雷相似，动力为电力推进，航速 10~12 节，尾部拖曳一根长达 30 米的铜电缆以模拟磁场变化，工作时间可长达半个小时至 1 个小时，潜艇在发现被敌声纳发现或被敌鱼雷追踪时可投掷此模拟器，以达虎口脱险的目的。声诱饵是一种广泛应用于水面舰艇和潜艇，以模拟载舰或载艇特性来对敌主、被动声纳和声制导鱼雷实施欺骗式干扰的装置。潜用声诱饵分自航式和漂泊式两种，水面舰艇用鱼雷诱饵则分拖曳式和自航式两种。

