一、现代军队的“火眼金睛”
——侦察与监视技术

（一）得天独厚的空间侦察

1957 年世界上第一颗人造地球卫星在前苏联升上太空，很快人造卫星就被用来执行军事任务。1961 年 1 月美国‘萨莫斯’号实用侦察卫星发射成功，随后，1962 年 3 月前苏联发射了“宇宙 1 号”实验侦察卫星。从此，侦察卫星包括照相侦察和电子侦察卫星就成为军用卫星大家庭中的重要成员。

1. 本领高强的‘宇宙眼睛’

巡天遥看，小小寰球一览无余。可以说，地球上的任何目标都逃不脱它的“眼睛”。它就是照相侦察卫星。照相侦察卫星可安装多种侦察设备，包括可见光相机、红外相机、多光谱相机、雷达成像以及电视摄像机等，它们各有自己的特点和用途。

照相侦察卫星的构造比较复杂。如美国 KH－11“锁眼”照相侦察卫星呈圆柱状，长 12.2 米，大部分直径为 3.05 米。注满燃料重量为 18 吨。它由两部分组成：短而宽的部分称为“公共汽车”，装有卫星进入最后轨道的主火箭发动机和控制卫星的副推进器，并载有燃料箱和飞行控制系统。另一部分是摄像机，沿卫星长度方向安装的一个空心管里，装有折叠镜式光学系统和长焦距镜头。其主镜直径 3.66 米，用热稳定玻璃制成蜂窝状，以便获得足够的硬度和强度，而重量则轻于实

需要全本请访问 www.ertongbook.com

心镜,其精度还不到光的波长的四分之一(为 0.19 微米)。被拍摄的物体发出的光经卫星侧翼的一个舷孔进入摄像机，然后由一倾斜镜反射至卫星的主镜上，该倾斜镜在曝光过程中缓慢转动，以使相机充分曝光。主镜把图像再聚焦到较小的活动镜上，再由活动镜扫射到卫星的主传感器，即一排电荷耦合器件数字化“ 胶片 ”上(前几代照相侦察卫星均使用胶片)。这种用电子器件记录下来的图像再经通信系统译成密码传回地球站。

照相侦察卫星与其他用途的卫星不一样。它的技术要求一方面考虑要有较大的照相面积，同时考虑怎样得到更高的分辨率，即影像图形的轮廓是否清晰，纹理是否丰富，也就是它能看清目标的程度如何。

照相侦察卫星的传说　据美国和北约的专家们说，照相侦察卫星所拍摄的照片，经放大，有一次竟显示了前苏联一艘巡洋舰甲板上的螺栓。在另一张照片上，可以看到有一个人在俄国北方一座小城镇的大街上看报,他看的是《真理报》,因为卫星照片清楚地显示了报纸名称。还有的说，卫星上的相机能拍出士兵的面孔或车辆的牌照。那么我们看一看，要看清几种目标需多大的分辨率。一般说，要看出是营房还是民房,需要 10 米的分辨率 要辨别火炮和车辆,需要 0.6 米的地面分辨率；要识别核武器（如地下井的尺寸差别）需要 0.3 米的地面分辨率，这一分辨率还可以识别出飞机、坦克、汽车的类型，甚至还能认出单个人来。而要看清士兵的面孔，照相的分辨率最低也得要 0.05～0.1 米，而要看清楚汽车牌照或报纸的名称，则需要更高的分辨率。

而据国外报道，现在美国高分辨率照相卫星，如 KH－12 “ 锁眼 ”卫星地面分辨率可达到 0.15 米。如果拍摄的角度和大

气条件允许，还可获得更好的分辨率（0.09 米）。

目前，人们通过什么途径取得高分辨率呢？主要从四个方面着手：一是降低卫星照相的轨道高度；二是使用长焦距相机；三是使用高解像力的胶片（或高精度的电荷耦合器件）四是减少相移量。

从光学照相角度来说，物体离物镜越近时，越能看清物体的细节。但侦察卫星是在地球的大气层外部飞行，又要有一定的收容面积，所以卫星不能无限制地靠近地球，一般距地球表面 100 多千米。如在圆轨道上，美国卫星的高度多半在 120 千米左右，前苏联卫星在 150 千米左右。卫星一旦在这种低轨道上运行，地球重力的影响就自然会加大，使卫星轨道高度易于下降，燃料耗费增加，速度也会发生变化，就会增加卫星的控制和运用系统的难度。所以为了进行更精确的侦察，往往需要卫星变换轨道。如美国的第三代 KH-9“大鸟”照相侦察卫星具有变轨能力，平时卫星高度为 1000 千米左右，当对特别感兴趣的地区照相时，卫星上的火箭发动机可将轨道近地点的高度降到 110 千米，并使卫星通过预定目标上空。

在相机的焦距上，美国的卫星已发展到第六代。前三代卫星为取得高分辨率，焦距一代比一代长。第一代的相机焦距为 1 米，第二代为 1.68 米，第三代则增至 2.4 米（直径 1.52 米）。为什么要增大焦距呢？因为，根据凸透镜成像原理，焦距越长看到的目标越远，越清晰。但这时侦察的地面宽度会变窄，收容面积变小。

发展高解像能力的照相底片。解像力实际指的是地面分辨率。那么分辨率又是什么意思呢？分辨率的定义来自光学理论，是指两个点光源彼此接近到能分辨出是两个光点的最小距离。一般检查光学照相机的分辨率，常采用分辨本领检

验图片，能分辨出的线条越细，即每毫米宽度内能清晰分辨的黑白线条数越多，说明照相分辨率越高，也就是分辨物体细部的能力强。分辨率以每毫米多少线来表示。例如， 10 线的分辨率意味着,宽为 0.1 毫米的黑白相间的一组线条刚能被分辨成一条条的线，而不是模糊的一片；100 线的分辨率表示,宽 0.01 毫米的黑白相间的线条能被分辨开来，其表示方式为 100 线对／毫米）。如美国的“大鸟”照相侦察卫星使用了高清晰度、高解像力的 3414 型黑白片,其解像力为 800 线对／毫米。衡量照相侦察卫星精确度的重要指标，叫地面分辨率，即可以分辨地面目标的最小尺寸。如位于 150 千米高空的卫星,极限分辨率是 10～15 厘米。这就是说,直径大于 10 厘米的两个物体放在一起，刚能被分辨开。但如果对一些线性目标，如公路、铁路、水渠等目标，即使其宽度仅为照相机的分辨率的 1／10 至 1／20，往往也能被分辨出来。如‘大鸟’照相侦察卫星的地面分辨率是 0.3 米。两个靠得很近的 0.3 米大的物体，刚能被分辨出来，但并不能识别出目标是什么东西，而 2～3 厘米粗的高压电线也许能被分辨出来。

现在,美国第四代、第五代、第六代照相侦察卫星,如 KH－11 和 KH－12“锁眼”系列卫星，相机焦点平面上的感光器件不再是高解像力的胶片,而是电荷耦合器件,通称 CCD。电荷耦合器件是一种对光线敏感的半导体。该器件在像点中储有与光线强度成比例的电荷。曝光后，每个像点上的电荷用计算机直接读出，并且可直接发至地面。作为 CCD 器件,它本身无解像力这项指标，而是用像元尺寸的大小来衡量。如美国大地测量卫星大容量存储系统（MSS）在 900 千米的高度上,分辨率为 80 米,是由 3240×2430 个像元构成一幅画面的。每个像元的尺寸大约为 8 微米。“大鸟”卫星的高解像力

胶片，折合成像元尺寸为 2 微米，KH-12“锁眼”卫星，应该小于 1 微米。CCD 解像力用于摄像时，可根据像元尺寸的大小，折合成每毫米多少线对解像力数值。

近几年，电子技术发展很快，CCD 芯片的像元尺寸会越做越小。目前，集成电路芯片的线宽达到 0.2 微米，快接近 0.1 微米的物理极限。所以综合分辨率会进一步提高，其突出的好处是可以直接把图像信号发给地面站。这是照相侦察卫星的一大革命。

另一方面，生产胶片的溴化银工艺技术也在发展进步。近几年的溴化银的 T 颗粒技术，使胶片的感光度提高了一倍，锐度增加，颗粗变细，综合分辨率提高。这种胶片做为回收式卫星，一些发展中国家仍在使用。

根据照相侦察卫星获得侦察结果的详细程度、侦察面积的大小、轨道高低等，可把照相侦察卫星分为“普查”型和“详查”型两种。

普查型照相侦察卫星　它的作用是进行大面积地区目标检查；如果军事情报分析人员对特别感兴趣的目标需要进一步搞清，再派“详查”型卫星详细侦察。所以普查型照相侦察卫星飞行轨道要比详查型卫星要高，一般轨道近地点为 200～300 千米，如使用低分辨率广角照相机扫描大片地面，一般每幅照片能拍照几千至几万平方千米的地区。而且在天上的停留时间较长。如美国的“大鸟”型卫星地面分辨率为 0.3 米，工作寿命 9 个月。飞行轨道高度 160～300 千米（近地点轨道高度 160～190 千米）。现用的 KH-11 数字型侦察卫星，轨道高度远地点为 530 千米，近地点为 240 千米，工作寿命长达 3 年，地面分辨率低于 3 米。

详查型照相侦察卫星　它要求有较高的分辨率，如美国

需要全本请访问 www.ertongbook.com

第三代详查回收型照相侦察卫星的地面分辨率为 0.3 米,而现在的第六代 KH-12“锁眼”卫星达 10～15 厘米,卫星飞行轨道近地点一般为 100～200 千米。

情报的回收和传输　为了尽快得到侦察结果，要求照相侦察卫星很快的把侦察到的情报送回地面。地面获得卫星照片的方式有两种：一种是把在卫星上拍好的胶卷回收地面，另一种是在卫星上把照片的信息以无线电传输方式传到地面。

回收型照相侦察卫星的工作原理是：在预定目标上空，卫星按地面指令或按控制程序自动进行拍照，曝光后的胶卷送至回收舱的暗盒中保存，待全部摄影任务结束后，卫星调整姿态，首先使回收舱从卫星主体中弹射出来，回收舱按地面指令在预定地区上空启动反推火箭，减速后，胶卷舱再与其他部分分离，进入再入轨道，穿过稠密大气层后抛弃防热罩，同时发出无线电信号。大约降至距地面 15000 米时，降落伞自动张开，速度进一步减慢，此时配备回收装置的飞机在回收区上空巡逻，一旦发现胶卷舱，便立即在空中钩取回收，如空中回收不行，胶卷舱落到海面或地面能继续发出无线电信号，指示自己的位置，以便回收人员搜索。回收后的胶卷经冲洗后便可供判读分析。

传输型照相侦察卫星的工作原理是：卫星照相后，先在卫星上自动冲洗胶卷，然后送到读出扫描系统，把底片上的图像转变成电信号，用无线电线路发回地面，地面站收到这种无线电信号,经过处理,可还原成目标照片,供判读分析。

现在最先进技术是采用电荷耦合半导体器件作为阵列代替传统的胶卷。通过高速数据压缩，把图像实时传回地面。这就完全不必使用胶卷和进行耗费时间的冲洗工作了。

目前，美国新一代照相侦察卫星，已集普查和详查与实时传输为一体，大大提高了情报的准确率和时效性。如美国第六代 KH-12“锁眼”照相侦察卫星，装备红外传感器、多频段相机、电荷耦合器件摄像机、可见光全景扫描相机、多频段扫描仪,微波扫描仪、微波成像侧视雷达、精确目标指示系统等，可在 300 千米的高度上进行全天候、全天时的照相侦察,可以分辨地面 10 厘米大小的图像。并且具有很高的轨道机动能力，可随时改变轨道飞行高度和轨道平面，能尽快飞经需要侦察的地区上空执行侦察任务。红外和多光谱扫描仪可昼夜侦察，确定导弹和导弹发射架的位置，区分伪装的人造植物和天然植物，侧视雷达还可发现地面以下的目标。

2.“耳听八方”的“电子星”

如果说照相侦察卫星是太空的“眼睛”,那么电子侦察卫星就是太空的“耳朵”。电子侦察卫星集雷达侦察、通信窃听、接收导弹试验遥测信号等项重要侦察任务为一身。传统的电子侦察，其侦察平台一般是在地面、舰船和飞机上，但它们的侦察范围均有限。如地面侦察要设立无数个地面侦察站，而且设在亚洲的站就接收不到美洲的无线电信号，在前沿的台站仍然收不到对方纵深地区的雷达信号。而电子侦察卫星就有这种独特的侦察条件。它可以把敌国境内的雷达，包括已部署的雷达或新研制雷达的位置和性能（如频率、脉冲宽度、脉冲重复频率、功率等），进行定时或不定时地普查。还有，对方可以把导弹掩蔽在地下或把雷达伪装起来，但雷达的电磁辐射却难以逃避电子侦察卫星的“耳朵”。在武器系统的安装、雷达操纵员的培训，尤其在发射试验期间，雷达迟早必须开机，它不可避免地要受到电子侦察系统的探测和定位。雷达进行探测的时候，仿佛在天空中为搜寻它的人提供“签名”

和“指纹”。一旦雷达被探测到和定位。就可能对其辐射波进行分析，研究出针对性的电子对抗措施。海湾战争之前，美国的侦察卫星通过照相侦察和电子侦察，对伊拉克的各类军事目标进行了详细的侦察。其中对伊军的防空警戒雷达以及各类制导雷达的位置和电子数据均了如指掌，从而在开战后，就有针对性地采取电子压制和直接摧毁等措施，使伊军防空系统彻底失效。

电子侦察卫星一般运行在 300～1000 千米的圆形轨道上,在这样高的轨道上,空气比较稀薄,卫星受到的阻力小,在轨道上可停留半年以上时间。其绕地球运行周期约为 90～105 分钟。而且在这样的高度上，卫星天线覆盖面积大，侦察范围广。据报道，有的电子侦察卫星能侦察半径 2000～3000 千米的圆形地区。再有，侦察持续时间长，经过一个地区上空的时间长达 10 分钟以上，这就比其他侦察手段优越和安全。

独特的设备　电子侦察卫星不像照相侦察卫星装有照相或需要冲洗设备，它装有各种接收天线、侦察接收机和磁带记录器。当卫星飞到敌方上空时，就将各种无线电频率、电磁信号记录在磁带上，在卫星飞经本国地球站上空时，再回收磁带，或以快速通信方式将信息传回。如美国空军的 P-11 电子侦察卫星,采用圆形轨道,高度为 600 多千米，卫星上有一台磁带记录器可存贮 3 小时 874 千比特的数据，可在 15 分钟内将这些数据发回地面。

电子侦察卫星又是安装在太空上的窃听器，它可以停留在任何一个国家和地区上空，执行电子谍报任务。如前苏联曾把一颗“宇宙”号卫星专门送到美国加利福尼亚上空的轨道上，用来直接获取旧金山地区各工业公司研制生产的新型电子设备的信号情报。这种对电子工业进行侦察的活动方式，

目的就是预先或尽早了解对方的电子产品情报，这无疑对本国的电子工业是一种促进，以便采取针对性措施。

3. 导弹预着的太空卫士

导弹预警卫星的出现，是依据美国和前苏联都有大规模的洲际弹道导弹而发展起来的。双方洲际导弹都有飞越北极上空攻击对方的能力，也都有同时遭受核报复的可能。为此，战略预警是战略防御中的重要环节。洲际弹道导弹从发射到命中 8000～12000 千米外的目标,只需 30 分钟时间。这就要求预警卫星在导弹发射以后能提前发现它们，以便告知居民紧急疏散隐蔽，同时发射反弹道导弹在大气层外拦截它们，并命令自己的导弹部队进行发射反击。预警卫星通过什么手段能够提前发现敌人的导弹发射呢？

一是它站得高看得远，预警卫星的轨道有两种：一种是同步静止轨道,一种是大椭圆轨道,两者各有千秋,但都站得高，看得远。

同步静止卫星在赤道上空，离地球 35800 千米。由于卫星与地球是相对静止不动的，再加上它位置很高。地球的弯曲度对它的影响较小，所以可以连续侦察某一地区的目标。导弹发射后 90 秒,卫星便能发现,并自动把这一情况传送给地面站。地面站再传送给指挥、控制、通信和情报系统，总共用时不过三四分钟。这样，在双方洲际导弹落地之前 25 分钟，潜艇发射的弹道导弹落地前 15 分钟，预警卫星就能发现它们,赢得了许多宝贵时间。正因为预警卫星“站”得高,加上它自身以每分钟 6 圈的速度自转，所以它的望远镜只要张开 10。角，一颗卫星就能侦察地球表面五分之二的地区。若在地球赤道上空相隔 120° 放置 3 颗这样的卫星，则地球低纬度地区的任何地方发射导弹，都逃脱不了它的“眼睛”。美国卫星

从 1971 年投入使用以来，为探测前苏联、法国和中国的导弹发射，都是采用这种轨道侦察的。

前苏联及现在的俄罗斯，则采用大椭圆轨道，其近地点在南半球,离地球约 600 多千米；远地点在北半球，离地球约 4 万千米。卫星运行周期约 12 小时,其中约 8 小时位于北半球上空。若在这样的轨道上等距离放置 3～4 颗预警卫星,那么就能保证一天 24 小时总有一颗卫星在监视北半球。这既解决了连续监视问题，又带来了两个好处：一是弥补了同步静止预警卫星侦察不到北极地区的漏洞。北极附近是俄美激烈争夺和部署战略力量的关键地区；二是简化了设计，减少了费用。因为发射同步静止轨道卫星，技术很复杂，费用也大，而大椭圆轨道相对说来要容易得多，可以大大节省人力和物力。

二是它有‘火眼金睛”,卫星站得高,看得远问题解决了，还要解决看得见的问题。远在三四万千米空间的卫星，是怎样发现导弹的呢？许多人可能认为，预警卫星能通过观察仪器发现正在飞行中的导弹本身，不是的。导弹长度只有二三十米，预警卫星是看不到它的。那么，预警卫星怎样对它进行观测呢？主要根据导弹发射时产生的红外辐射进行探测。

导弹发射时,从它的尾部喷出炽热的、长长的火焰。远远看去，火焰边缘处有时有些抖动，像根羽毛，一般称做羽状尾焰。它的温度可达 3000 ℃以上,由于洲际导弹尾焰温度高,因而它就产生了强烈的红外辐射。预警卫星上安装有对红外线敏感的元件。感受到这种辐射以后，就会产生一个脉冲电流，证明有导弹发射了。

初期的预警卫星虽然能探测到导弹的发射，但是高空云层反射的太阳光中包含有红外辐射，地球上森林火灾、钢铁厂

的火光，也能被红外敏感元件感受到，会发出假警报。怎么解决这一问题呢？人们采取了两种办法：一是寻找探测导弹尾焰的辅助途径。科学家们发现，高温的导弹尾焰亮度也很高，尤其当导弹飞出大气层后，因为大气层压力降低，尾焰的体积迅速膨胀，成为一条长 1.5 千米的明亮光带。针对这一现象，人们在卫星上加装了电视摄像机，当卫星的红外敏感元件发现导弹后，电视摄像机也发现了亮点，即可以判定导弹发射了。二是寻找避开云层反射阳光的办法。就是不断改进红外敏感元件。用硫化铅红外敏感元件，对 2.7 微米的红外辐射敏感，就避开了云层反射的 2.3 微米的红外辐射。但同时，大气层本身也要吸收波长 2.7 微米的红外辐射，因而地表面的森林失火、钢铁厂和石油冶炼厂发出的 2.7 微米的红外辐射统统被它吸收或阻挡了，不会被卫星探测到，减少了虚警。但导弹在没飞出大气层时，它辐射的红外线也被大气吸收，卫星就探测不到导弹，只有导弹飞出大气后才能探测到，时间上要晚一二分钟。还有，在导弹火箭停止工作后的飞行中段，预警卫星就探测不到了，对导弹无法连续跟踪。这些问题,随着科技的进步，逐步得以解决。一是采用“凝视”型红外探测器。这种探测器含有几百万个红外敏感元件，整个卫星不用旋转，只经这几百万个元件各自凝视地球表面一小片地区就行了。只要某地区内有较强的红外辐射，相应的敏感元件就能感受到并发射信号。根据敏感元件所在位置，就可反推出红外辐射源所在地区。如果红外辐射是钢铁厂、森林火灾的火光，由于它们本身不移动，因此只有与它们相对应那几个元件才能向外发信号。这时，计算机就会把它排除掉防止了虚报。如果是导弹在飞行，由于它们运动很快，会使一串敏感元件依次发射出信号，计算机根据哪些敏感元件发信号及其发信号的时间，可

需要全本请访问 www.ertongbook.com

算出红外辐射源的轨迹和运动速度，从而能推断出是飞机，还是导弹，同时可测出飞向哪里，弹着点在何处。甚至可以发现贴近地面飞行的巡航导弹。二是采用长波红外探测器，它能侦察到发动机熄火后，靠惯性继续飞行的导弹，并跟踪它直到它再人大气层。三是在同步轨道上安装巨大的雷达天线阵，其直径可达数百米以上，从天上用雷达侦察导弹和飞机飞行，以及海上舰艇的运动。

由于导弹核武器的不断扩散，使预警卫星身价倍增，特别在海湾战争中,美国最担心的是伊拉克的‘飞毛腿’导弹袭击，而美国的国防支援计划预警卫星就发挥了极有价值的作用。伊拉克“飞毛腿”导弹一经发射，它们就能利用红外探测器探测到导弹的排气火舌，然后向美军和以色列、沙特发出袭击即将来临的警报。起初，卫星只能提供 90 秒的导弹袭击预警时间，后来卫星具备了与驻以色列和沙特“爱国者”防空导弹部队近实时通信能力，从而使预警时间提高到 5 分钟。海湾战争中，伊拉克共发射 88 枚“飞毛腿”导弹（向以色列发射 42 枚、向沙特地区发射 46 枚),有 21 枚被“爱国者”防空导弹拦截。有了预警卫星才使“爱国者”导弹拦截赢得了宝贵的时间。所以，预警卫星被称为无价之宝。

4. 遥看大洋的海事星

地球表面 70% 的面积是茫茫的大海，海洋上有成千上万艘舰船在航行或在港口停泊。要从这浩瀚的目标中分辨出哪些是军用舰艇，哪些是民用商船，绝非是一件容易的事。这些靠传统的海岸瞭望哨、岸基雷达或无线电侦察，都远远满足不了对舰船监视的需要，只有卫星才能对大海中的舰船一览无余。

1982 年英阿马岛战争,英国核动力潜艇‘征服者’号能在

南大西洋和马尔维纳斯群岛浩瀚海域发现阿根廷“贝尔格拉诺将军”号巡洋舰，并将其一举击沉；又如阿根廷的“超级军旗”攻击机能从几百千米的远海准确接近英国“谢菲尔德”号驱逐舰,并用一枚‘飞鱼’导弹将该舰击中起火,可以说,双方都有美国和俄国人的卫星帮忙。其中，海洋监视卫星主要用来对海上舰船和潜艇进行探测、跟踪、定位、识别并监视其行动，包括电子侦察型和雷达型两种。前一种实际上就是电子侦察卫星，只不过监视对象不是地面上的雷达和无线电台，而是水中舰船发出的无线电信号，由于电子侦察易受到假信号的欺骗和干扰，同时在雷达和电台关机时，收不到信号，无法侦察。所以，它通常与后一种卫星相配合取得综合数据，获取舰船活动情报。

所谓雷达型海洋监视卫星，就是在卫星上装有合成孔径雷达(SAR)。该雷达可向海面发射扇形波束，并通过接受海面舰船像梭形一样的回波而发现目标的，其分辨率为 25 米。卫星轨道为 1000 千米左右，并可变换轨道在 200 多千米高度上监视,观察幅度为 100 千米。可对海洋进行 24小时监视,并能实时处理收集到的情报。因为海洋监视卫星的轨道比较高，并多采用几颗卫星组网的侦察体制，以达到连续监视，提高探测概率和定位精度的目的。

现在，随着核潜艇的发展，特别是潜艇上携带导弹能力越来越高,美国‘俄亥俄’级核潜艇能携带 24 枚‘三叉戟’远程弹道导弹,俄罗斯‘台风’级潜艇’可携带 20 枚弹道导弹,都相互构成了核威胁。因此，对核潜艇的监视就显得重要起来。美国的(NOSS)海洋监视卫星，除雷达侦测系统，还装有磁性探测系统和光学红外线传感器，可专门发现潜艇。当潜艇在航行过程中，搅翻海水，使海水的温度分布发生变化，波谱便会

出现异常现象，通过对这些迹象的分析给探测潜艇的位置提供了一定的线索。另外，核潜艇无论在什么样的深海中潜航，其核动力装置的冷却均需要用海水，这样，对流的海水就会形成涌升流冲向海面。因此，通过对海面温度分布情况的测量，也能判断出核潜艇所处的位置。

5. 神奇的“导航星”

卫星导航是以人造地球卫星为定位基础的无线电导航系统。它由空间卫星、地面测控站和用户设备三大部分组成。地面测控站又由主控站、若干监视站和地面(控制)天线组成，主要用于跟踪控制卫星，测量有关参数，并向卫星发送导航信息。空间卫星主要用于接收、转发导航信息。用户设备(包括武器系统和平台）用于接收和显示定位信息。

目前,投入使用的卫星导航系统,主要有美国的“导航星”全球定位系统（简称 GPS)（见图1)，以及俄罗斯的格罗那斯(GLONASS) 卫星导航系统。其中美国的 GPS 系统,空间卫星由 21 颗工作星和 3 颗备用星组成，均匀地分布在 2 万千米高空的 6 个轨道上。每个轨道 4 颗星，每颗星的轨道是个倾斜的(倾角 55 度)半同步轨道,轨道周期约为 12 小时。在全球范围内的任何地域中，只要使用 GPS 接收机同时接到 4 颗星发出的导航信息，即可实现精确的三维定位。其定位精度,供美国军方专用的精密定位服务，误差为 10 米左右；供民用并向国际开放的标准定位服务,误差 ≤100 米左右。该系统从 1973 年开始研制，1991 年有 16 颗星投入使用，1993 年部署完毕,耗资达 80 亿美元。

俄罗斯的“格罗那斯”卫星导航系统,先有 12 颗卫星投入运行,计划在 1995 年将 24 颗星全部发齐。目前,美国硅谷一家阿什特克公司计划与俄罗斯联合研制 GPS/ GLONASS 兼

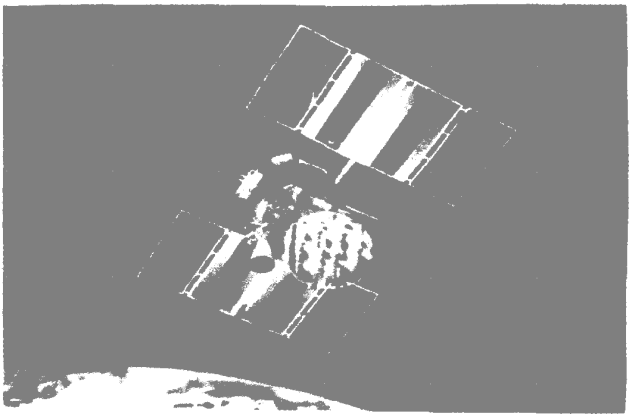


图 美国“导航星”全球定位系统卫星

容的商用卫星接收器，通过对比接收两国的卫星导航信号，这套系统能够告诉用户所处的地点，准确率从目前的 100 米提高到 10 米左右。

全球定位系统不但能给民用系统带来极大的好处，而且给军用系统带来了革命性变化。一是可以大大提高部队的指挥水平和部队灵活机动能力。由于有了 GPS 系统部队可以进一步化整为零，指挥官可以通过 C^4I 系统随时掌握部队所处位置和动态。部队也不会因机动而迷失方向或失去指挥。海湾战争,美军共部署 5332 部全球定位系统接收机(4490 个民用和 842 个军用 GPS)，GPS 配到战斗班。对保证部队各种车辆在沙漠中的穿插和机动发挥了重要作用。高技术武器装备的使用，将使非线性的“游击战”法对传统的严格的线性作战方式提出了挑战。二是进一步提高了武器系统导航和攻击的精度。作战飞机装上 GPS 系统可以更准确地进入攻击位

置，使炸弹投得更准确。1996 年 10 月 8 日美空军 3 架 B-2 隐身轰炸机在内华达州沙漠上空从 12300 米的高空投下 16 颗各 900 千克精确制导炸弹，这种全天候炸弹装有全球定位系统，飞机通过 GPS 系统，准确进入距目标 10 千米的上空投弹，误差不超过 6 米，比原来误差 13 米提高了 1 倍。这就大大提高了美国军队在任何时间、任何地点、任何气候条件下打击目标的能力。据 1998 年 1 月美国西北大学的研究人员报告，他们利用全球定位系统，并利用复杂的数学分析 剔除因卫星轨道不稳定以及大气对无线电信号的干扰所带来的误差，测量出南美安第斯山脉的增高，精确度可达 3 毫米。如果这项技术再被应用到军事上，武器的命中精度又会比现在提高几倍。

（二）屡建战功的航空侦察

高技术卫星侦察虽然能进行广泛的大面积侦察，高分辨率卫星甚至能看到汽车的牌照，但它无法为战场指挥员及时提供所需的战术情报。卫星飞过目标后需要再绕地球一周，才能把情报发回地面，这样，在某些方面就不如航空侦察来得快，在许多局部地区或突发地区，平时没有必要由卫星经常进行监视，这里，也就不如航空侦察灵活机动。请看现代活跃在天空中的几种侦察机。

1.“黑色女间谍”再立新功

U-2 侦察机从 1956 年就开始服役了，它的机身细长(19.2 米)，机翼平直且长(翼展 31.4 米)，像滑翔机，全身漆成黑色，升限高度达 27000 米，用光学手段很难发现它，就因为它有一个细长的机身，全身黑色，又用于侦察，所以被称为“黑色女间谍”。它曾到前苏联和东欧一些国家甚至我国上空执行侦察任务，拍照了许多导弹、航空基地等军事目标的照片，

搜集了大量的电子侦察情报。如在 1962 年古巴导弹危机时曾为美国发挥重要作用。这年夏末，美国的电子侦察船“玛拉”号在加勒比海巡逻时，侦察到了古巴岛上出现了不寻常的雷达信号。这些雷达信号被记录在磁带上立即送回美国华盛顿分析，认为这是前苏联带核弹头的弹道导弹制导雷达的信号。为弄清在古巴是否部署有弹道导弹，于是美国在 10 月 14 日，派出一架 U-2 飞机到古巴岛上空进行了侦察。经过对 3050 米高空拍摄下来的照片分析后，得出了在古巴圣克里斯托瓦尔附近，建立了中程弹道导弹基地的结论，以后又证明了前苏联已部署了若干枚这样的导弹。这些导弹的射程大约是 1610 千米，它可以击中包括美国华盛顿、巴拿马运河和美国一些战略空军基地。当时的美国总统约翰·肯尼迪在 10 月 16 日早晨得到这一情报后，立即与其最密切的顾问商议，美国应采取的行动，并决定对古巴进行海上封锁。阻止前苏联舰队继续向古巴运送导弹，并与前苏联赫鲁晓夫交涉。为此，前苏联在美国强硬的态度下不得不撤回在古巴的导弹部署。可见 U-2 飞机在当时为美国立了大功。

U-2 延期服役以后，U-2 飞机先后在前苏联、古巴、中国上空多次被地空导弹击落，不得不停止侵入对方领土上空的侦察，但它至今没有停止侦察。它目前仍几乎每日活动在朝鲜半岛上空。1991 年海湾战争，美在海湾地区部署 U-2 飞机 4 架，该机从战争准备到战争结束期间，每日不间断地活动，执行了侦察任务。它为什么宝刀不老，没有被淘汰呢？就是因为它飞得高，留空时间长，设备较先进。

美国现在服役的 U-2R 飞机的实用升限达 27000 米，最大航程为 7240 千米，一次留空时间约为 10～12 小时。现用战斗机都飞不到 U-2R 飞机这种高度，要不是地空导弹还很难

需要全本请访问 www.ertongbook.com