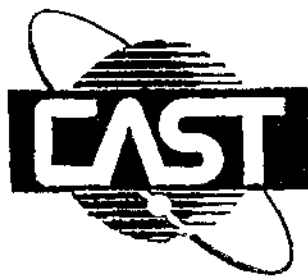


内部

五院科技委 1997 年年会 科技学术论文集



航天工业总公司第五研究院

五院科技委 1997 年年会 科技学术论文集

航天工业总公司五院科学技术委员会
1997 年 6 月

前 言

开展空间技术学术活动,交流空间技术研发经验,探讨国内外空间技术的发展现状,经验和启示,从而对我国空间技术的发展战略和规划提出建议,是院科学技术委员会的主要职责之一。

我院历届科学技术委员会曾先后举办了载人空间站、提高卫星研制水平、载人航天发展目标、外空定界、小卫星、卫星动力学、空间技术研发试验中心建设及卫星“通用化、系列化、组合化”等专题学术研讨会和庆祝建院 25 周年学术报告会。

自 1995 年以来,院科技委于每年年初召开年会之际,举行科技学术报告。迄今已经举行了 3 次:1995 年年会青年科技学术报告会、1996 年年会科技学术报告会和 1997 年年会科技学术报告会。

今年,1997 年年会学术报告会具有一个新的特点,这就是报告人全部是院科技委的常委,报告的主题都是从我国应用卫星系列的发展出发来研究国内外卫星和空间技术的现状、发展和前景。除个别常委因执行卫星发射任务出差基地外,有 8 位常委在年会上作了报告,报告覆盖了返回式卫星、对地观测卫星、通信广播卫星、导航定位卫星、小卫星和卫星光学遥感有效载荷技术,内容密切结合我国卫星型号研制与发展的实际,引起与会者的很大兴趣,并展开了热烈的讨论。

我院科技委的常委绝大多数是卫星型号总师、总指挥,或身兼二任。他们对自己主管的卫星型号最熟悉,所作的发展战略研究报告紧密结合我国实际,具有较强的针对性和权威性,有较大的参考价值。当然,这些报告对卫星发展战略的研究仅仅是个开始,提出的看法和建议,无论正确与否,也仅代表个人之见,一家之言,完全可以评论

和争鸣。

常委们大多肩负着领导卫星型号研制或预研攻关等繁重的日常工作，他们在百忙之中抽出时间准备学术报告，会后又讲稿整理成论文，交付编辑出版，表现出对我国空间事业的高度责任感和使命感。我们期望 1997 年年会科技学术报告活动的举办和年会科技学术论文集的编辑出版，对于活跃我院的科技学术气氛，繁荣我院的科技学术论文写作，起到一定的推动作用。

本论文集准备时间仓促，在编辑出版工作上定有不足之处，敬请读者批评指正。

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Wei Xianqun' (魏先群), written in a cursive style.

1997 年 6 月 30 日

编 审 朱毅麟
责任编辑 樊 涛

宇星舟科技印刷厂

目 录

前言	戚发轫
试论返回式照相侦察卫星的发展	林华宝等 (1)
国外民用通信卫星发展和我们的对策	彭成荣 (18)
战术通信卫星的现状与发展	彭守诚 (31)
传输型对地观测卫星的特点、现状和发展	陈宜元 (37)
传输型对地观测卫星的应用	叶培建 (46)
导航定位卫星的现状、发展与对策	童 铠 (55)
研制小卫星 展望微卫星	朱毅麟 (59)
我国航天光学遥感技术现状、发展和建议	焦世举 (73)
小卫星研制重在管理	朱毅麟 (82)

试论返回式照相侦察卫星的发展

林华宝 裴庆华

摘要: 侦察卫星是一种重要的现代化战略侦察手段, 它对于实现军事情报现代化、维护国家安全乃至世界和平、确保战争胜利, 具有极其重要的作用。侦察卫星是在五十年代末、六十年代初, 首先是在美国和苏联迅猛发展起来的。近四十年来, 已研制出各种普查、详查、胶片回收型、无线电传输型的照相侦察卫星, 形成了庞大的侦察卫星体系, 本文简要地回顾了美苏发展侦察卫星的历史, 分析了返回式和传输型照相侦察卫星的特点, 探讨了照相侦察卫星的发展前景。

关键词: 军事航天 侦察卫星 可回收卫星 发展趋势

一、前言

侦察卫星是一种重要的现代化战略侦察手段, 它对于实现军事情报现代化、维护国家安全乃至世界和平、确保战争胜利, 具有极其重要的作用。

侦察卫星是在五十年代末、六十年代初首先在美国和苏联迅猛发展起来的, 是当年美苏两霸冷战的产物, 是美苏两国互相侦察和弄清对方军事部署和军事实力的重要手段, 对制定遏制对方的策略以及制定外交政策, 起着十分重大的作用。

未来的战争将是空间战争。侦察卫星也是航天军事力量中的一个重要组成部分。近 40 年来, 对于不同侦察对象采用不同的侦察手段, 已研制出了种类繁多的侦察卫星, 形成了庞大的具有全天候、全方位、全时相侦察能力的航天侦察系统, 其中包括成像侦察卫星、电子侦察卫星、海洋监视卫星和早期预警卫星等。

成像侦察卫星是以拍摄敌方地面图像方式发现敌方的战略目标, 是航天侦察系统中的重要组成部分。根据获取敌方地面图像方式的不同, 成像侦察卫星大致上可分为如下三种:

1. 胶片返回式照相侦察卫星

胶片返回式照相侦察卫星简称返回式照相侦察卫星, 是以感光胶片为遥感信息的载体, 在轨道上拍摄地面图像后, 回收胶片以获取敌方的信息。

2. 传输型照相侦察卫星

传输型照相侦察卫星是以光电器件为遥感接收器,经无线电传输到地面进行处理、成像,以获取信息。目前广泛使用电荷耦合器件(CCD)作为光电转换器件。

上述两种卫星,即返回式和传输型照相侦察卫星是成像侦察卫星中最重要的两种,发射数量最多,一般统称为照相侦察卫星。

3. 合成孔径雷达卫星

合成孔径雷达卫星是一种雷达成像卫星,它向地面侦察区发射无线电波,地面目标将信号反射到卫星。在星上,将这种反射来的信号转换为图像信息,再以电子信号形式通过中继卫星传到地面接收站。

本文简要地回顾返回式侦察卫星的发展历史,分析其技术特点,试图根据我国当今的国情,论述返回式侦察卫星在我国当今国防建设中的作用和地位。

二、几个基本概念

1. 分辨率

表征卫星照片特性最主要的参数是摄影分辨率,它是指照片图像上能把靶标两个相邻的黑白相间线条分开的能力,用1mm内能分开的对线数来度量,单位是 $\mu\text{l}/\text{mm}$ (对线/毫米)。国际上除俄罗斯外,一般是取每对线的间距所对应的地面尺寸称之为地面摄影分辨率,简称地面分辨率,单位为米。俄罗斯主要是取一条线所对应的地面尺寸为地面分辨率。因此,在多数俄罗斯文献中,将地面分辨率转换到中国定义的地面分辨率时,需乘以系数2。

传输型侦察卫星常用CCD器件作为感光接收器,它获得的图象是用象元(pixel)分辨率或瞬时视场(IFOV - Instantaneous Field of View)来度量其几何分辨率;它是指接收器上的一个象元所对应的地面尺寸大小,称之为地面象元分辨率。

在一定的景物对比的条件下,象元分辨率乘以一个Kell系数,可以等效地换算为相当的胶片光学照相系统的地面分辨率。

a. 当景物对比为2:1(低对比)时, Kell系数=2~2.4;

b. 当景物对比为1000:1(高对比)时, Kell系数=1.4~1.6。

通常标准景物的对比为2.5:1。为便于比较,在以下的叙述中,取Kell系数=2^[1]。

2. 侦察和监视

侦察或称探查,是通过拍摄敌方地面图象以发现和搜集敌方的战略目标;弄清导弹打击后的打击效果。战略目标包括军事目标(导弹基地、机场、核弹库、部队的集结等)、工业目标、交通枢纽、通讯中心等。监视是在侦察的基础上,对已掌握了的目标进行定期或连续的观测,以监视其变化和发展情况;监视敌方遵守国际公约和协定的情况。

3. 重复观察周期

重复观察周期指的是:

- a. 卫星在某一适当周期覆盖全球的能力;
- b. 达到重复观察某一目标的天数。

4. 时间分辨率

时间分辨率是指照相侦察卫星在轨道上获取到重大事件信息,经回收(或传输)、信息处理后,送到决策人手中的时间。它表示了侦察信息的实时性。

5. 普查和详查

普查是在大范围搜索、发现和识别敌方大型战略目标。要求卫星相机的分辨率适中、幅宽、地面覆盖面积大,具有一定的重复观察周期。

详查是在普查的基础上,有针对性地对特定的目标进行详细的侦察,发现和识别目标的细节结构。要求卫星相机具有高的分辨率,但幅宽较小,一般小于10km,相应的摄影覆盖面积较小。

普查和详查是当今照相侦察卫星的两个有机联系的组成部分。

6. 划分普查和详查的界线

对地面目标进行侦察,对于不同目标所需的图像分辨率有所不同。例如,大型目标是由不同的层次组成的,具有不同的特征和情报内容,要全面掌握,透彻了解需要有不同分辨率的遥感设备。例如对于军队的设防,首先要判定什么地方有驻军;其次要知道其规模是军、师,还是团、营;还要知道其军种,是炮兵还是装甲部队,是火箭部队还是工兵;最后,要知道它的武器装备和要害部位。一般来讲,对于标准型的营房,通过建筑物图形的排列结合等特点,就能确定是营房还是民房,需要有10m的地面分辨率。判别驻军的规模需要有5m的地面分辨率。要了解武器装备情况,需要更高的分辨率;如判别火炮车辆,需要有0.6m的地面分辨率;而要识别核武器,需要有0.3m的地面分辨率。

为了便于管理和分析比较,根据卫星所获侦察照片的分辨率大小,将照相侦察卫星分为普查型和详查型两大类。至于具体如何分法,各家采取的标准不一,略有差异。

(1) 位于斯德哥尔摩的和平研究所(SIPRI)在一份名为“用于军备控制和危机监视的卫星”的报告中^[1]指出,联合国的一个专家小组建议,将照相侦察卫星按图像的地面分辨率划分为三个档次。

普查型——地面分辨率 3~5m;

详查型——地面分辨率 0.2~2m;

特殊军用详查型——地面分辨率 0.15~0.3m。

(2) 美国对20多种目标发现的概率进行分析后,提出照相侦察卫星的地面分辨率应具有4个等级,即4.6m、3m、1.5m和0.6m。其中4.6m~3m为普查,1.5m~0.6m为详查^[1]。

(3) 根据文献^[1]分析,俄罗斯(包括前苏联)照相侦察卫星按照片的地面分辨率分为:

低分辨率卫星——4.0~7.4m;

中分辨率卫星——3~4.8m;

高分辨率卫星——优于1m。

(4) 按五院院标“侦察卫星的分类”^[1]规定,照相侦察卫星的分类为:

普查型——地面分辨率3~5m;

详查型——地面分辨率1m。

上述几种分类判据虽有一定差异,但差别不大。为便于下面的分析,本文取:

普查型侦察卫星——地面分辨率3~5m;

详查型侦察卫星——地面分辨率优于1m。

至于地面分辨率优于3m、不到1m的情况,我们的意见是:以2m为界,地面分辨率优于2m者属于详查,不到2m者为普查。

三、任务和效果

1. 任务

(1) 和平时期

a 战略普查,搜集、发现“静态”的战略目标。所谓战略目标包括军事目标、工业目标、城市目标、交通目标、通信目标等。在军事目标中,战略核武器的部署是首要的,它包括机场、港口、兵营、战区的设置、武器装备、弹药仓库等。除了这些直接的军事目标外,其它的目标,有的既是经济的要害,也是军事的要害;不论是核战争,还是常规的现代化战争,都是最重要的打击目标。所有这些目标,在时间上和空间上具有相对的稳定性和固定性,也就是说,这些目标是一种静态目标。从侦察情报的时效性来讲,不像动态目标那样急迫,但对于战争的胜负却极具重要的作用。

在战略普查的基础上,对重要的战略目标进行详查。

这种战略侦察活动,需要在战争之前的和平时期全面展开,掌握其全部内容,测定其精确位置。

b. 对已查明的重点目标进行经常性的监视,跟踪其日常活动和变化情况;系统地观测武装力量主要群体的日常活动,确定其组成和变化;观察部队进行的演习,确定其特点、规模和参加的力量和装备情况;查明试验靶场和所进行的新武器和作战技术装备试验的特点;发现敌方直接准备发动攻击的迹象。

c. 核查有关限制战略武器装备条约和义务的执行情况^[1]。

(2) 危机时期

在军事政治形势紧张和出现直接的战争危险时,航天侦察工作的重点在于及时发现敌人转入最高级战备的开始和力量部署情况,查明作战特别是航空兵大规模起飞、巡航导弹发射、战略导弹发射的可能开始时间和特点,确定大规模火力反击(迎击)时打击目标的位置和状态。在此时期要加强航天侦察的力度,保证对敌方不间断的监视,不断修正已制定的航天侦察计划。

(3) 战争时期

在战争过程中,航天侦察要与其它侦察手段密切配合,向指挥部提供防御和反攻(进

攻)阶段制订战术所需的情报和数据;评价对敌方实施打击的结果。

2 效果

照相侦察卫星在五十年代末、六十年代初首先是在美国和苏联迅猛发展起来的,是美苏两霸冷战的产物;是美苏两国互相侦察和弄清对方军事布置和军事实力的重要手段,对制定遏制对方的策略以及制定外交政策起着十分重大的作用。现举以下例子来说明。

(1) 航天侦察和航空侦察

返回式照相侦察卫星从某种意义上讲,是飞机航空侦察的延伸。但是卫星航天侦察相对于飞机航空侦察有着不可比拟的优势。在五十年代,美国对苏联情报主要依靠 U-2 高空侦察飞机飞越苏联领空进行侦察活动来获取。1960 年 5 月 1 日,美国的一架 U-2 侦察机在乌拉尔地区的斯维得洛夫斯克郊区被击落,飞行员被俘。美国不得不中止 U-2 侦察机的侦察活动,而加速进行照相侦察卫星的研制^[9]。

从 1959 年~1960 年,美国对苏联共出动 24 次 U-2 飞机侦察飞行,共拍摄了覆盖面积为 $260 \times 10^4 \text{ km}^2$ 苏联国土的照片。而美国“日冕计划”的第 14 颗卫星,一次空间飞行共拍摄了苏联和东欧地区约 $400 \times 10^4 \text{ km}^2$ 面积的照片,超过了 U-2 飞机所有 24 架次飞行获得的总覆盖面积的 1.54 倍,或者说卫星一次飞行所获得的侦察覆盖面积为 U-2 飞机一次飞行的 37 倍。

(2) “日冕计划”完成的任务

美国早期的“日冕计划”从 1959 年到 1972 年结束,共进行了 145 次发射,其中 102 次飞行成功;共拍摄了长达 $64 \times 10^4 \text{ m}$ 的胶片,计 80×10^4 幅以上照片,取得了以下成果^[10]。

- a. 拍摄了苏联全部的导弹装置;
- b. 搞清楚了传闻中的美国落后于苏联的“导弹差距”,实际上并不存在;
- c. 在“古巴危机”中,为肯尼迪总统提供了关于苏联核武器数量的准确估计。
- d. 辨认出了苏联援助中国的核设施;
- e. 跟踪了苏联新建造的潜艇过程,直到下水、服役。

在过去几十年中,美俄通过各种侦察手段,主要是通过侦察卫星的侦察活动,互相摸清楚了对方的军事实力,在一定程度上遏制了他们之间激烈的、盲目的核军备竞赛,达成一些国际军备控制协定。1972 年,美苏签订了“第一阶段限制战略武器协议”。对于此协议的遵守情况,需要进行核查;而核查的主要手段,就是照相侦察卫星^[11]。

四、美国照相侦察卫星发展概况

1. 概况

在第二次世界大战结束以后,在 1957 年世界上第一颗人造卫星发射成功以后,美苏就开始竞相发展照相侦察卫星并大量发射,是世界上已发射成功的人造卫星中发射数量最多的一种。

据统计到 1995 年止,美国发射的照相侦察卫星,在侦察卫星体系中占 60%。美国每年在航天侦察方面的预算高达 50 亿美元,自 1960 年以来,已耗资 1000 亿美元^[11]。

自 1959 年以来,美国已研制成功 5 代照相侦察卫星(详见附录一),大致上可以分为三个阶段^{[8]~[19]}

(1) 第一阶段(1959~1972)

美国在这个阶段,即 1959 年~1972 年的 13 年间,航天活动的主要特点如下:

a. 这一阶段的主要任务是侦察,对苏联、东欧及其它社会主义国家(重点是苏联)的战略目标进行全面、详尽和反复的卫星侦察。

b. 研制成功了三代返回式照相侦察卫星,并大量发射。在这 13 年期间,美国共发射了 271 颗返回式照相侦察卫星,平均每年 20.85 颗。发射数量最多的 1963 年,这一年发射了 41 颗。

c. 普查和详查配套发展。在此阶段,美国主要致力于提高分辨率。照片的地面分辨率在 1960 年为 7~12m。到 1963 年就提高到 1.8~3m;到 1966 年的 KH-8,进一步提高到 0.3m。

d. 一次飞行的轨道寿命也是逐步提高。从最初的几天提高到达 20 天左右,1992 年最高达到 28 天。

e. 美国第三代照相侦察卫星(KH-8),性能优良,从 1966 年使用到 1984 年,共使用了 18 年;共发射了 51 次(有一次失败),平均每年发射 2.8 颗。

f. 美国从第一颗普查型照相侦察卫星“发现者-14 号”(1960 年 8 月)到第一颗详查卫星 KH-6(1963 年 7 月),花了三年时间。

(2) 第二阶段(1973~1984)

美国在 1973 年~1984 年的 12 年间航天侦察活动的主要特点如下:

a. 经过了前一阶段大量发射普查型和详查型照相侦察卫星,对苏联进行全面、详细、反复侦察,对苏联的各类战略已经相当清楚,因此第二阶段航天侦察的重点是“监视”。特别是 1972 年,美苏签订了“第一阶段限制战略武器协议”。双方主要是采用照相侦察卫星,核查对方执行和遵守协议的情况^[12]。

b. 在这个阶段,研制成功第四代和第五代照相侦察卫星。

第四代照相侦察卫星——KH-9,又称“大鸟”,是一种大型、综合型卫星,卫星重量 10350kg,直径 3.05m、长 12.2m;它兼有详查和普查的功能、还有电子侦察和通讯的功能;具有 4 个返回舱,实现了多体回收。从 1971 年到 1984 年,共成功地发射了 19 颗,轨道寿命最长到 275 天。

第五代照相侦察卫星——KH-11,是美国第一颗实用的传输型照相侦察卫星,采用 CCD 光电元件,分辨率约为 2~3m。1976 年 12 月,第一颗 KH-11 卫星发射成功,轨道寿命 770 天;其后,轨道寿命延长到 1670 天以上,是一种长寿命、实时传输的照相侦察卫星。

c. 由于研制成功了大型多功能的照相侦察卫星 KH-9 和长寿命、实时传输型照相侦察卫星 KH-11,以及航天侦察任务改变为以监视为主,因此在此期间,发射数量锐减,在 1973~1984 年 12 年间共发射了 36 颗侦察卫星,平均每年发射 3 颗。

d. 美国从 1960 年首次发射成功第一颗返回式照相侦察卫星“发现者 14 号”到 1976 年 12 月首次发射成功实用的传输型照相侦察卫星 KH-11,一共花了 16 年时间。

表1 美国主要照相侦察卫星的情况(截止1995年12月)

卫星	发射者 /162	萨莫斯	口径 KH-4A	日冕 KH-4B	策略 KH-7	策略 KH-8	大鸟 KH-9	KH-11	KH-11 高级	萨莫斯 -M	低空监视平台 LASP
首发日期	59.2.28	60.10.11	63.5.18	66.8.9	63.7.12	66.7.29	71.6.15	76.12.19	89.8.8		
末发日期	64.6.27	61.12.22	67.3.30	72.5.25	67.6.4	84.4.17	86.4.18	88.11.6	现用	现用	现用
成功次数	61	2	46	33	36	50	19	8	2		
胶卷舱数	1	传输	2	2	2	2	6	传输	传输	5~10	8~10
分辨率 m	15~30	30	3	1.52	0.46	0.15	0.61	0.15~2	0.15~2	0.5~0.6	0.3~0.5
平均近地 点高度 km	170	359	172	170.4	148.4	134.5	162.4	239	204	130~150	160~180
平均远地 点高度 km	350	629	389	318.5	300.7	409.3	255.9	606.7	460	350~400	230~300
平均倾角	75°	93.5°	79°	83.5°	97.2°	104°	96.4°	97.1°	59.5°	96.5°	96.5°
平均寿命	3d	180d	23.6d	23.4d	5.5d	30.4d	137.8d	1053d	不详		

(3) 第三阶段 (1984 年至今)

美国在 1976 年 12 月发射成功长寿命传输式照相侦察卫星 KH-11、1981 年 4 月哥伦比亚号航天飞机首次载人轨道飞行成功。一般认为,美国自 1984 年以后,中止发射返回式照相侦察卫星,转而依靠传输式照相侦察卫星。其实不然,在 1984 年以后,美国的航天侦察,普查是依靠传输式照相侦察卫星,而详查任务主要还是依靠胶片回收来完成的。后者,一方面是由航天飞机作为一种返回式航天器来进行航天侦察,另一方面靠发射新研制的“萨莫斯-M”和“低空监视平台”返回式照相侦察卫星来完成^{[6][7]}。

当前,美国为了适应未来的空间战争,建立了庞大的航天侦察系统,由航天飞机、详查侦察系统、综合侦察系统、传输式侦察系统、雷达侦察系统、电子侦察系统、海洋监视系统、导弹预警系统以及核爆炸探测等系统组成^[6];其中前三者是以胶片回收方式来获取侦察信息为主的。下面分别作简单介绍。

2. 航天飞机在侦察方面的作用^[7]

航天飞机在侦察方面的用途,概括起来有三点:

- a. 航天飞机能将各类侦察卫星带上空间,部署在各自的轨道上,而且可以检修、回收。
- b. 可以更换、收回空间侦察平台上的胶片或记录;
- c. 航天飞机可以直接作为侦察平台,安装携带各类侦察仪器,如高分辨率的照相机,光谱扫描仪,微波雷达等进行各种侦察活动,这是航天飞机对侦察的主要贡献,也是继续充分发挥胶片光学照相系统分辨率高的重要途径。

1981 年 4 月,哥伦比亚航天飞机首次轨道飞行成功,当时美国传输型侦察卫星 KH-11 的地面分辨率达不到详查型返回式侦察卫星,美国的情报专家就对航天飞机在航天侦察方面寄予厚望。1983 年 11 月 28 日航天飞机第四次飞行 (STS-9),进行了欧空局研制的 RMK30/21 型航天大幅面相机 (焦距 305mm,幅面 $230 \times 230\text{mm}^2$) 的对地摄影试验,取得成功。1984 年 10 月 5 日,航天飞机第 13 次飞行 STS-13 (41G),进行美国 ITEK 公司研制的 LFC 大幅面相机对地摄影^[13]。相机幅面 $230 \times 460\text{mm}^2$,焦距 305mm,这比侦察相机的短,使用高分辨率的黑白胶片,拍摄了大量像片。据美国的《文字和图片报》报道,在 237km 的高空拍摄美国波士顿市,底片放大 15 倍后,大多数的建筑物、河流上的桥梁、港口船只、机场上的飞机都很清晰;其地面分辨率为 8m (相当于象元分辨率 3m)^[12]。如果把长焦距、高分辨率的侦察相机装在航天飞机上,完全可以得到第三代侦察卫星 KH-8 那样高分辨率的照片。

值得注意的是,这一次照相并不像人们所预料的那样,相机由宇航员操纵管理。相机是安装在机舱后部的专用托箱之中,按预定程序或地面指令来工作。

航天飞机的机舱宽阔,有效载荷量大,任何照相侦察系统,都只占据一小部分空间,用它来作专门的侦察平台,在一般情况下没有必要,而搭载既方便又经济。美国现在有四架航天飞机,每架航天飞机上安装一台大型高分辨率的照相机,作为它的固定设备,不管航天飞机每次任务多么不同,都随之出航,进行照相侦察。在近几年中,美国每年发射 10 次左右的航天飞机,每次飞行十来天,这样就能提供大量有关世界各地详细的、高分辨率的战略情报的照片,充分发挥胶片光学系统的高分辨率的优势。

1990 年 8 月,伊拉克入侵科威特以后,美国紧锣密鼓开展了对海湾地区的航天侦察,除

了调集 KH-11, 成像雷达卫星以外, 还出动了航天飞机, 在此时间就有三架航天飞机升空, 其中的亚特兰蒂斯号三次机动到海湾地区上空进行摄影侦察, 以获取详尽的战略情报。

所以在海湾危机和战争期间, 胶片光学照相侦察系统无论是在航空、还是航天侦察方面都发挥了重要作用。因此在战争结束以后, 美国空军中将 Charles McCauland 专程到柯达公司, 向柯达公司授勋, 感谢他们在此期间提供了高分辨率的胶片和快速处理设备, 他说, 在“沙漠风暴”和“沙漠盾牌”行动中, 胶片所提供的情报质量、分辨细部的能力是其他手段不能媲美的^[7]。

由此可见, 在 1984 年以后美国以航天飞机回收胶片方式, 获取侦察信息, 是其当代成像侦察系统的一个组成部分^[6]。

3. 详查侦察系统^[6]

详查侦察系统包括 1~2 颗“萨莫斯-M”(SAMOS-M) 返回式照相侦察卫星。“萨莫斯-M”卫星携带详查型相机, 其侦察相片的地面分辨率 0.5~0.6m。卫星由“大力神-34D”(Titan-34D) 运载火箭发射, 具有 5~10 个回收舱, 其主要技术特性列于表 2 中。卫星返回时, 降落在太平洋上, 由空军飞机在空中钩取或溅水后捞起。从在回收区获得回收舱至送到夏威夷的瓦胡岛处理小组的时间需 3 小时、对照相胶片预处理的时间为 1~2 小时、把胶片由夏威夷送到华盛顿州的判读中心需 16~24 小时、在判读中心信息和把信息送到用户需要 12~24 小时。这样, 从回收区将回收舱拿到手, 到将信息送到用户的时间为 32~53 小时。

表 2 “萨莫斯-M”侦察卫星的主要特性

轨道近地点的高度	130~150km
轨道远地点的高度	350~400km
轨道倾角	96.5°
观测带宽度	180~200km
拍摄地段宽度	12~15km
对单个目标侦察的时间	5~10 天
地面线性分辨率	0.5~0.6m
每昼夜的拍摄效率	110 个 $(20\sim25) \times 10^3 \text{km}^2$
坐标的测定精度	100m
镜头焦距	4m
“镜头-胶卷”系统的分辨力	130 $\mu\text{l/mm}$
获取侦察信息的方法	密封舱 (5~10 个)
侦察信息送到用户的时间	32~53 小时

4. 综合侦察系统

综合侦察系统由 1~2 颗“低空监视平台”(Low Altitude Surveillance Platform 缩写为 LASP) 返回式卫星组成。LASP 的主要技术特性列于表 3 中, 是一种综合性大型返回式卫

星，其任务在于用相机和电子装置获取对单个目标、地区及广大地段的侦察信息，星上载有长焦距画幅式相机（用于详查）、狭缝式扫描全景相机（传输型、用于普查）、电子侦察设备、红外和雷达侦察设备等。这样 LASP 可同时通过 3 种渠道进行侦察：

表 3 “低空监视平台”卫星的主要特性

特 性	实施侦察的方法				
	普遍照相 侦察	详细照相 侦察	无线电 技术侦察	红外	雷达
轨道近地点 km	160~180				
轨道远地点 km	230~300				
轨道倾角 (°)	96.5				
观测带宽度 km	180~200	180~200	600~1200	—	300~500
拍摄带（区段） 宽度 km	—	18~20	—	180~350	30~50
侦察周期 天	7	10	1	4~7	4~7
地面分辨率 m	2.5~3.5	0.3~0.5	—	5~9	20
坐标定位精度 m	100	100	4~10km	100	100
被侦察频率的 范围 MHz	—	—	50~18000	—	—
镜头焦距 m	1.5	4	—	—	—
“镜头-胶卷” 系统的分辨力 pl/mm	80	130	—	—	—
每昼夜的拍摄效率 10^3km^2	50~100	20~25	—	40~80	30~50
获取侦察信息 的方法	无线电信道	密封舱 (8~10 个)	无线电信道	无线电信道	无线电信道
用户获得侦察 信息所需时间 小时	4~7	32~53	0.5~2.5	0.5~2.5	0.5~2.5

(1) 详查:用星上长焦距画幅式相机对指定的目标(地区)进行摄影。卫星携带8~10个回收舱,分别将已曝光的胶片送回地面;相片地面分辨率为0.3~0.5m。

(2) 普查:用星上狭缝式扫描全景相机对指定地区和广大地段进行摄影。在星上对胶片处理后的侦察信息经无线电通道传向地面;地面分辨率为2.5~3.5m。

(3) 电子侦察:用星上多信道接收设备接收来自敌方地面发出的无线电信号,并贮存在星上存储装置上。待卫星飞过国内地面站时,将信息传送给地面,经处理判读可揭示敌方无线电台或雷达的信号参数和工作方式、类型、战略—战术用途以及位置。侦察信息范围为50~18000MHz。

在个别LASP卫星上,装有可进行红外和雷达侦察的设备^[6]。

五、苏联(俄罗斯)照相侦察卫星发展概况^[20]

1. 1961年4月12日,世界上第一艘载人飞船“东方-1号”发射成功。第二年,即1962年4月26日,苏联以“东方号”飞船为基础,改装而成的第一颗普查型照相侦察卫星“宇宙-7”号发射成功。到1995年底为止,苏联共发射了855颗照相侦察卫星,在苏联发射各类侦察卫星中占69%(图4、图5)。从1968~1988年的21年间,苏联共发射照相侦察卫星690颗,平均年发射率32.9颗。发射最多的年份是1981年和1983年,当年发射了37颗。九十年代,苏联社会动荡、直至解体,发射数量锐减。

2. 苏联研制成功了七代照相侦察卫星。前四代为返回式照相侦察卫星,卫星都是以“东方号”飞船和“联盟号”飞船为基础改装而成,起飞重量从开始时的4吨多,增加到6吨多。地面分辨率由开始时的10~20m,到1975年达到0.3~0.5m。轨道寿命,由起初的3~4天逐步延长到14天;到了1975年达到30~60天。

3. 1975年9月5日,苏联的第一颗详查卫星,也是其第四代返回式照相侦察卫星的第一颗“宇宙-758”号发射成功,轨道高为170~350km;具有变轨机动飞行的能力,在摄影时,轨道可机动到110km高度。卫星起飞重量6500kg,携带有高分辨率相机,焦距3~3.8m,地面分辨率0.2~0.5m。

卫星母体外挂有4个球形返回舱。在轨道上拍摄好的胶片,按程序送入各个返回舱;4个返回舱按次序先后返回地面。在母体的胶片拍摄完毕后,相机和胶片随母体一起返回。

苏联第四代照相侦察卫星,自1975年到1995年共发射了126颗,平均每年发射率为6.3颗/年。至今仍在服役。

4. 1982年12月28日,苏联成功地发射了其第五代照相侦察卫星的第一颗,也是它的第一个传输型侦察卫星“宇宙1426号”,地面分辨率估计为1~3m,主要用于常规普查。到1995年底,共发射了26颗。

5. 苏联在1982年发射成功传输型照相侦察卫星之后,仍继续发射返回式照相侦察卫星,而且发射量维持在比较高的水平。从1982年到苏联解体前夕的1989年8年期间,苏联共发射了返回式照相侦察卫星250颗,平均年发射率(返回式)为31.3颗。由此可见在相当长的时间内,苏联的航天侦察仍以返回式照相侦察卫星为主。