



美国遥感技术在海洋调查方面的应用

吴克勤

(国家海洋局情报研究所)

利用人造卫星遥感某些海洋要素是从六十年代的气象卫星开始的,气象卫星的实践证实了利用遥感技术观测海洋的可能性。因此,到七十年代,有人提出海洋卫星的设想,这就是发射专用的海洋卫星观测占地球表面积百分之七十一的海洋,如大洋上的风、浪、流、海面温度、盐度、石油污染、水色、海冰等。美国预计在今年发射海洋卫星“Sea-Sat-A”,标志着遥感技术进入一个新阶段。这里,回顾一下遥感技术的发展进程,将有助于我们认识这个新阶段对海洋调查和海洋科研的意义。

一、气象卫星

美国自1960年发射第一颗气象卫星——电视与红外观测卫星以来,已发射了好几个系列的气象卫星,共计有:泰罗斯(Tiros)系列卫星1至9号;环境科学调查卫星(TOS/ESSA)系列1至9号;雨云(Nimbus)系列卫星1至6号;改进型泰罗斯业务卫星(ITOS/NOAA)系列1至7号;应用技术卫星(ATS)系列1至3号;同步气象卫星和地稳业务环境卫星(SMS/GOES)。这些卫星一般都安装了可见光传感器和红外传感器,除观测台风、低气压和云以外,还可以观测某些海洋水文要素:如高分辨率红外辐射仪可测量0.1毫米至0.02毫米的海表水温,

精度为 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 。但是在高分辨率红外辐射仪8公里分辨率范围内,由于风及浪的影响所造成的水层混合,这一菲薄表层水温实际上可以代表厚度约1米的海面水温。

气象卫星携带的遥感仪器,主要有以下几类可应用在海洋上:

1. 图片自动传递装置(APT) 该仪器波长为0.5—0.7微米,分辨率为4.6公里,频率为137.5 MHz,传递摄像管遥感的云和冰情的模拟信号。该仪器首次在泰罗斯8号卫星上试验使用,随后,偶数号环境科学调查卫星,雨云系列卫星和改进型泰罗斯业务卫星-1号相继使用。

2. 高级光导摄像管照相装置(AVCS) 该仪器在图片自动传递装置的基础上加以改进,提高了图片的分辨率。它的原理与电视照相机类似,采用光敏面和内扫描设备,将管面上呈现的图象转换为模拟信号,记录在磁带上。大致有两种型号,一种是1.27厘米直径的光导摄像管,用500条扫描线产生一张图片;另一种是2.54厘米直径的光导摄像管,用800条扫描线产生一张图片。分析判读这些图片,可获得有关海浪、海流的直观资料。奇数号的环境科学调查卫星(ESSA-1号例外)都安装了这个装置。

3. 扫描辐射计(SR) 该仪器采用旋转镜扫描0.52—0.73微米的可见光反射和10.5—12.5微米的红外辐射。资料信息贮存在磁带上,在规定的时间内向地面站播放。除了观测海冰之外,水温观测可以达到 $\pm 1-4^{\circ}\text{C}$ 的精度,而且可以进行夜间观测作业。

4. 甚高分辨率辐射计(VHRR) 该仪器类似于扫描辐射计,但是它的分辨率比较高。单通道甚高分辨率辐射计观测0.6—0.7微米范围的反射可见光;双通道甚高分辨率辐射计观测10.5—12.5微米的红外辐射,图象分辨率为1公里,在调频磁带上记录模拟信号,同时以1.7GHz的频率传递信号。接收这种信号,需要设置大型的抛物天线。该仪器在海况分析方面具有很大潜力,例如:分析甚高分辨率辐射计获得的有关图象,可以获得深层水的环流,南极威德尔海的冰情等资料。



泰罗斯N号卫星,美国第三代极地轨道卫星,预计在1978年上半年发射。

5. 垂直温度剖面辐射仪 (VTFR) 该仪器在15微米的二氧化碳吸收带进行辐射测量,可绘制从地球表面到30公里高空的大气垂直温度剖面。

二、地球资源卫星

美国国家航空和航天局于1972年7月发射《地球资源卫星-1》(ERTS-1);1975年1月发射《地球资源卫星-2号》(即大地卫星-2号)。这两颗卫星发射到900公里的运行轨道,每天绕地球飞行14圈,9天可以观测整个地球一遍。这使遥感技术在海洋调查方面的应用又前进了一步。

《地球资源卫星》上应用比较成功的主要是两种仪器:多光谱扫描仪(MSS)和反束光导摄像管照相机(RBV)。

多光谱扫描仪可观测地表185平方公里的范围,0.5—1.1微米的波长范围分成4个光谱段,每个光谱段上有六个检波器输出24个通道的视频信号,形成多光谱扫描仪的扫描图象。图象上的地面分辨率一般为100米,在良好环境条件下,可达40—70米。反束光导摄像管照相机也能获得同样的图象。这种图象采用电子束扫描,波长为0.475—0.830微米。三台型号不同的照相机连续拍照可获得185平方公里的图象。通过对这些图象的解译,可以定性地了解海水的浊度,石油污染,酸性废物污染,海底地形,沉积物及近海复杂的海况。

根据卫星照片,我们还可以掌握沿岸泥沙的移动,监视冰情,监视石油泄漏,绘制水深8米左右航道图。利用卫星照片,还可以部分地探测鱼群。

三、海洋卫星“Sea-Sat-A”

气象卫星和地球资源卫星都可以观测海洋,但是由于这些卫星在700—1,000公里的高度环绕地球飞行,可见光,尤其是红外线在传播中容易被大气中的二氧化碳,水蒸气,臭氧等吸收,降低观测精度,如水温观测在理想条件下,也只能达到 $\pm 2^\circ\text{C}$ 的精度。同时,受云层、雾、雨、烟等因素的影响,成象效果也不很理想。为了使遥感技术更能满足海洋调查、海洋科研的需要,发射海洋卫星便提到议事日程。这颗“Sea-Sat-A”的海洋卫星主要应用在以下两方面:

1. 固体地球物理学方面 一是探索预报地震灾害的方法,并以此为依据,建立地震模式,探测地震活动规律;二是精确测量大地水准面和地球的形状,进而探讨测量海洋重力场的可能性。

2. 海洋物理学方面 一是企图解决关于大洋

环流(包括涡流)、表面流与质量、热量、营养要素输送等的预报难题;二是监测海面粗糙度、波浪、海啸和台风引起的风暴潮等。在这方面人们希望海洋卫星对海洋动力学的发展作出重大贡献。

如果这颗海洋卫星的发射能达到上述目的,将标志着遥感技术进入了实际应用的新阶段,给海洋学各领域将带来革命性的进展。

海洋卫星携带的遥感仪器,主要有以下5种:

1. 压缩脉冲雷达高度计 (CPRA) 它采用脉冲压缩技术,测量卫星与海洋表面之间的距离,设计指标精度为 ± 10 厘米。它获得的资料经过解译判读,可得出海洋水准面,海面起伏,大洋波高一系列的高精度资料。

2. 相关图象雷达 (CIR) 它实际上是一台测量雷达后向散射的精密装置,它不仅能反映海面的图象,而且可以透过云层或小雨,获得较为详细的波浪资料,同时,利用雷达的数字计算装置可以求出波向和波谱,台风时,还能观测波长为50米以上的波浪。由于该装置具有很高分辨率,可以拍摄冰或油之类的流动态势。

3. 微波风散射仪 (MWS) 它实际上是一种被动式微波雷达,可以自动校正浓厚湿云对雷达的效应,可穿透云层测量海面的风速风向和水温。

4. 扫描多频段微波辐射仪 (SMMR) 该仪器与以上三种仪器完全不同,它不是被动遥感仪器,而是一种主动式微波遥感仪器。为了分辨海水、海冰和大气的辐射和反射,采用了多道频率。它从900公里的高空,以15—100公里的宽度观测海面,根据仪器发射的微波对海面辐射的测量,可以计算强风引起的海面粗糙度;风速测量范围为10—50米/秒。该仪器如果使用另外的频段,在透过薄云测定海水温度的同时,可以测量大气中水蒸汽的含量,水温测量精度在 $1.5-2^\circ\text{C}$ 。这些测量的数据可以用来建立海洋大气界面交换的模式,也可用来校准精密的高度计。

5. 红外辐射仪 (IRR) 该仪器可以取得海洋与大气的热红外辐射图象,为解译其它微波测量仪器的测量结果提供依据。

为了保证上述仪器装置的性能可靠,不出毛病,其中有些仪器在《天空实验室》和《地球动力实验海洋卫星》上经过了试验使用,并取得较好的观测效果,例如,《天空实验室》对海面风速的测量范围为3.5米/秒—25(或30)米/秒,测量均方根误差为2米/秒;风向测量精度在 20° 之内,波浪测量精度已达到 ± 1 米的数量级。

海洋卫星的研制和发射是执行“地球海洋物理应用规划(EOPAP)”的一部分。这个庞大规划的内容较为丰富,它包括现在已经发射的卫星,如“天空实验室”(1972年)、地球资源卫星1号(1972年)和2号(1975年),地球动力实验海洋卫星(GEOS-C, 1975年),同时还包括将陆续发射的一系列卫星,如地球资源卫星-C,地球观测卫星(EOS)和同步地球观测卫星(SEOS),而这个规划的最终目的是要研制和发射专门考察海-气界面、南极海冰变化、大陆漂移和地震预报的卫星。

四、遥感技术的简单原理

应用卫星遥感技术可以又快又好省地进行海洋调查,这是遥感技术相对于调查船、浮标和飞机来讲的最突出的优点。有人估计:一颗卫星一天所获得的资料相当于20,000个风速风向的船舶测报,数千个波高测报和根据几百个船用测波仪的观测值进行的波谱分析。但是在当前,海洋调查的主要手段还是调查船、浮标、飞机和可潜器等。将来卫星遥感是否可以完全取代这些调查工具,现在作出肯定的回答似乎还为时过早。

卫星遥感主要是利用电磁波的某些频段的信息内容。电磁波主要是可见光,近红外和远红外频段,延伸到紫外及微波频段,微波频段包括50千兆赫和500兆赫的电磁频率。对于较长的无线电波,卫星的尺寸妨碍了无线电装置的设计,目前一般不用;由于电离层和臭氧对紫外线的效应,频外频段一般也不采用。所以卫星遥感主要采用电磁波的可见光,红外和微波频段,而遥感海洋要素要求采用这些电磁波的专用频

段,例如兰-绿光谱的某些频段可提供关于海水性质的非常有用的资料;彩色图象(假彩色合成图象)可提供河口水与大洋水混合,沿岸泥沙流的很有价值的资料。

在电磁波的较大频段内,还可以采用主动遥感和被动遥感系统。主动遥感系统发射电磁波的信号从地表返回卫星,经过模数转换,输入计算机加以分析处理,就可以解译这些信号包含的物理意义。主动遥感系统包括某些雷达等;被动遥感系统完全被动地接收地表物体的反射和辐射,如各种摄影相机等。

激光作为遥感仪器,特别是海洋上的遥感仪器看来是很有前途的,但是在目前,激光器主要用于地面装置精确地测量卫星在轨道的位置。



~~~~~(上接第62页)~~~~~

周期的减小,波压衰减增大,因此深度很大的短周期波实际上是无法记录的。水位变化的测量范围从 $0 \pm 1$ 到 $0 \pm 6$ 米,在平静水面上精度为1%。所测数据由电缆传输至岸上。

在研制精密测水位底层仪时,考虑到水密度从底层到表面的变化,传感器的温度变化,电源电压和底层流速变化与零点漂移补偿等有关的一些问题,因此水位精确的测量,还应伴随着测量整个水层中的温度、盐度、水位传感器本身温度、底层流速和大气压力等。英国研制的底层系统,在40昼夜中同时测量的参数可达20个之多。

标准验潮井自记水位计具有非线性系统固有的不良特性。井内水位随海洋潮汐涨落,同时在这些涨落

振动上叠加着高频振荡,其频率为基频的和、差。此外,水位合成振动是潮汐幅度的非线性函数。可见,非线性效应能引起潮汐水位振动幅度的明显失真。通过水平长管与海水相联的验潮井自记水位计记录分析说明,其响应与标准验潮井自记水位计的响应在实质上是有所差别的。如管中的流动具有层流特性时,则管的作用如同线性过滤器,这时这种系统的响应与潮汐无关。

根据海水吸收宇宙辐射的原理,建立了测表面波高和潮汐的新型系统,并对这个系统进行了实验。由于宇宙辐射粒子流是恒定的,因此用检测器测得粒子流强度变化,从而可得水层高度。

钱雪先摘译自《Итоги науки и техники. Океанология том.3》,(1975)。齐孟鸢校