

卫星遥感在东海渔场速报中的应用

黄润恒 王其茂

(国家海洋局海洋环境预报中心遥感应用部)

引言

去年11~12月预报中心进行了一次东海渔场表层水温及流系速报试验。在试验期间,遥感应用部利用自行开发的微机系统。实时地接收到和处理NOAA卫星数字信号,得到了东海大面积海表温度(SST)的分布,预报台根据卫星遥感的SST数据以及航测、船测、浮标数据和历史资料及时地做出了东海表层水温和流系速报,提供给渔业部门使用。收到了良好的效果。本文就卫星信号的接收和处理,卫星遥感产品的制作等问题作一简单的介绍。

一、接收和处理系统的构成和功能

我们这套卫星信号实时接收和处理系统是在原有国产的卫星云图接收机的基础上,配上PC386微机以及相应的硬件和自行开发的一系列软件构成的。

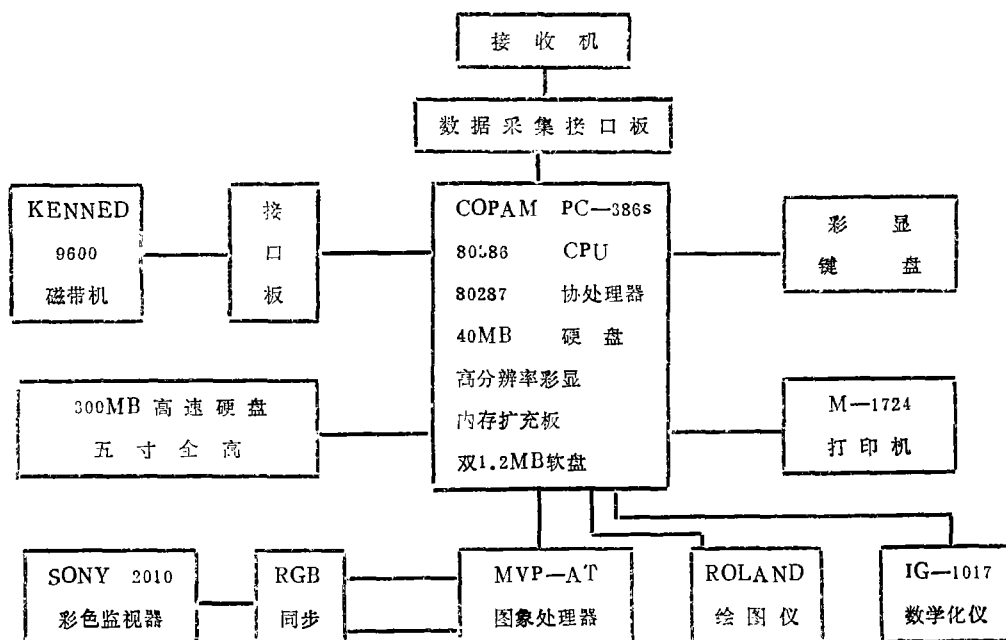


图1 系统结构框图

本文于1990年6月收到。

图1是系统结构框图。本系统的硬件配置有以下几个特点:

(一) 自行研制了一块双星共用的高速数据采集接口板。由于极轨气象卫星(NOAA)和静止气象卫星(GMS)数码流的速率相近,因此可以通过软件选择数码流中的帧同步,将卫星数据按扫描线(帧)依次存入硬盘,并在彩色显示器上显示。

(二) 配备了容量为300MB的硬盘,以适应大容量卫星数据的要求(一条15分钟轨道的NOAA卫星数据为120MB,一幅GMS大圆盘全部数据为110MB)。

(三) 配备了具有真彩色功能的图象处理板,可完成通常的图象分析运算。

在上述硬件配置下,我们开发了系统控制软件和多种应用软件,使该系统可以完成以下几种功能:

1. 实时数据的采集

即实时采集NOAA卫星或GMS卫星数据、存盘、显示以及卫星信号结束后对存盘数据的回放。采集的数据保留了原始数据的精度(NOAA卫星数据为10比特,GMS中的红外数据为8比特,可见光数据为6比特),这就为以后的定量化处理打下了基础。

实时数据回放具有多种功能选择,包括任意三个通道合成的假彩色图象、任意单通道的黑白图象、任意选择回放区域等,以满足多种用户的需要。

2. 原始数据的预处理

预处理包括以下内容:

(1) 辐射定标:卫星上仪器输出的是量化后的数字,它代表了地球、大气或海洋的某种辐射物理量,为了将测量数字转化为物理量,需要对仪器进行定标。由于地面(实验室)与空间环境的差异,对某些受环境影响大的仪器需要进行在轨定标,即从卫星上的各种遥测数据计算仪器的定标系数。

(2) 定位:即计算观测目标所在的地理经纬度,为此需计算卫星的轨道,以确定卫星与地面观测目标的相对位置。

(3) 对可见光波段的数据需要考虑太阳照射条件的影响,因此需要计算各个观测目标上的太阳天顶角。

将以上几组数据(定标系数、定位数据、太阳高度角)连同星上仪器观测数据按一定的格式编排,形成对用户统一的数据集(1B数据集)它是生成图象产品或数值产品的基础。

对于GMS卫星数据,其定标系数已由日本卫星气象中心处理好,按一定的格式存放在展览的数字云图(S—VISSR)数码流中。S—VISSR数据中还包括经纬度网格为 $5^{\circ} \times 5^{\circ}$ 地面点所在的扫描线数和象元序数,利用这些数据计算出从图象坐标系到地球坐标系的转换矩阵,从而确定图象上任何一个象元所对应的地理经纬度。

3. 图象处理

在以上预处理的基础上,对任意所感兴趣的区域形成 512×512 的图象文件和数据文件,这些文件包括了原有各个通道的内容,并且经过了麦卡托投影。根据问题的需要,可以选择其中三个通道作为红、绿、兰三原色,形成假彩色图象。例如:

热红外通道(通道4或5)在反映海水表层的温度分布方面最为敏感:

通道1 (波长为 $0.58\sim 0.68\mu\text{m}$) 在反映河口、近海悬浮泥沙以及海冰方面最为有用;

通道3 (中心波长为 $3.7\mu\text{m}$) 的中红外在监视森林火灾方面效果最好;

通道2 (波长为 $0.725\sim 1.1\mu\text{m}$) 在区别海陆边界和反映植被覆盖方面用处较大。

由于该系统采用了较先进的适合微机用的图象处理板及相应的软件包, 它可以进行通常的图象处理计算, 如直方图修改、伪彩色显示、漫游、放大、卷积、滤波等。

4. 数值产品

在预处理数据集1B的基础上, 可以提取任意区域全精度的卫星数据, 并通过定标系数转换成下垫面的反照率 (可见光通道)、辐射率和亮度温度 (红外通道), 由这些辐射物理量根据一定的物理模式计算海面温度、植被指数、悬浮泥沙含量、冰厚和冰密集度, 将这些数据插值到标准网格点上, 并在绘图仪上绘出它们的分布。以下着重介绍东海渔场表层水温卫星遥感产品的制作。

二、卫星遥感海面温度

1. 探测原理

NOAA卫星上的改进的甚高分辨率辐射计 (AVHRR) 的红外通道测得的是下垫面 (地表、海面或云顶) 的红外射出辐射, 这种辐射经过大气路径的削弱 (主要是大气中水汽的吸收) 以及大气成分的辐射增强以后到达卫星上被星载辐射计所接收。仪器的输出信号经定标后便是受到大气影响后的红外辐射强度, 通常用等效的亮度温度来表示。从测得的亮度温度推算下垫面热力学温度的关键是如何对大气的影响进行订正。就目前NOAA卫星探测器的水平来说, 采用多通道对比的方法消除大气影响后所得到的海面温度与浮标、调查船测量的结果相比, 两者的均方差为 0.8°C 。

2. 资料处理流程

图2是海面温度数值产品的制作流程。以下对其中几个主要的步骤作一简要的说明:

定标和订正

由1B数据集中的定标系数将星上仪器探测值转化为反照率 (可见光通道) 和辐射率 (红外通道), 然后通过普朗克函数将红外辐射率转换为等效的黑体温度, 即亮度温度。因为对于地面上不同的象元, 太阳高度角和卫星观测角是不同的, 太阳高度角订正就是将可见光通道的反照率归算到统一的太阳照射条件, 而临边变暗订正就是将红外通道的数据归算到统一的大气路径。上述两种订正我们都是参照美国海洋大气管理局 (NOAA) 使用的经验公式。

云检测

在有云遮挡的情况下, AVHRR探测不到海面信息, 此时需要排除受云“污染”的数据。进行云检测的方法很多, 我们这里使用的是反照率阈值法和红外通道一致性方法, 前者根据云和海面反照率的差异, 设置一个阈值, 当反照率大于该阈值时, 便认为有云存在。该法对层状云和充满视场的云比较有效, 后者根据两个红外窗区通道亮度温度差异的

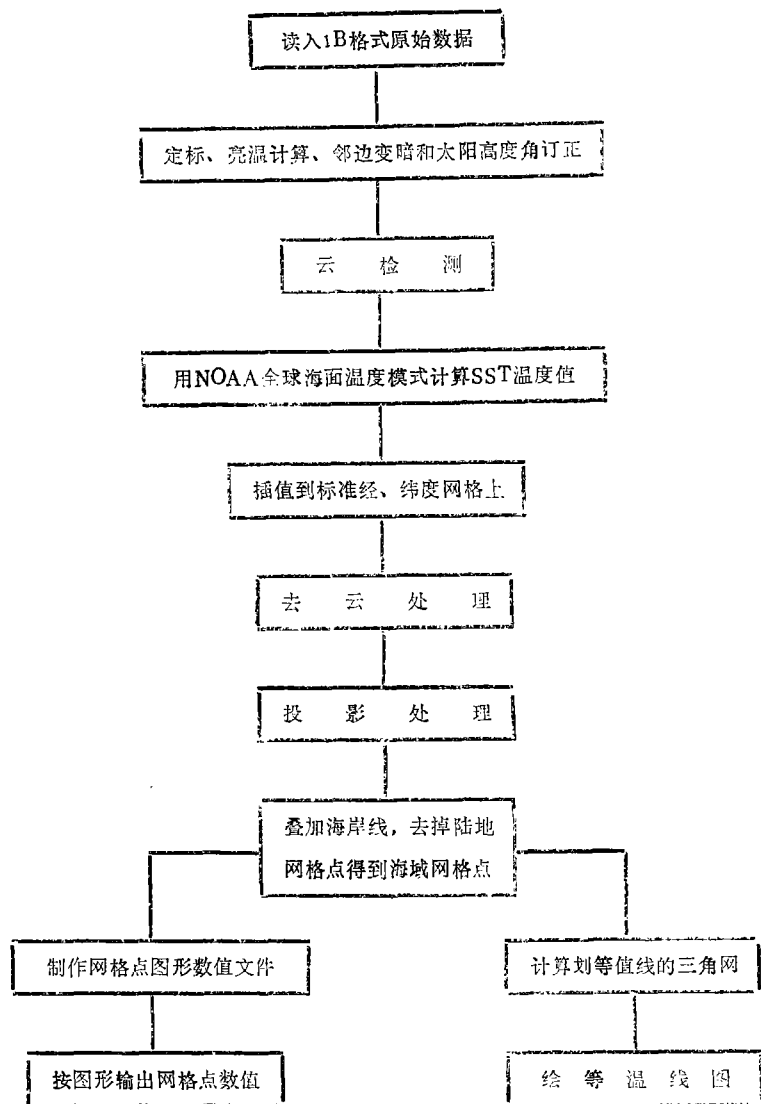


图2 海面温度数值产品流程图

大小来检测云的存在, 它对于薄的卷云或部分充满视场的云比较有效。在具体的计算中, 两种方法同时使用。

海面温度反演模式

如前所述, 由晴空条件下红外通道亮度温度计算海面温度的关键是消除大气影响。我们这里采用的是NOAA发展的双通道对比的方法。在白天的条件下, 使用两个分裂的窗区通道对大气影响进行订正。具体的计算公式是:

$$T_s = T_0 + a T_{b_4} + b T_{b_5}$$

其中 T_0 , a , b 为经验常数, T_{b_4} 和 T_{b_5} 分别为通道4和通道5的亮度温度。

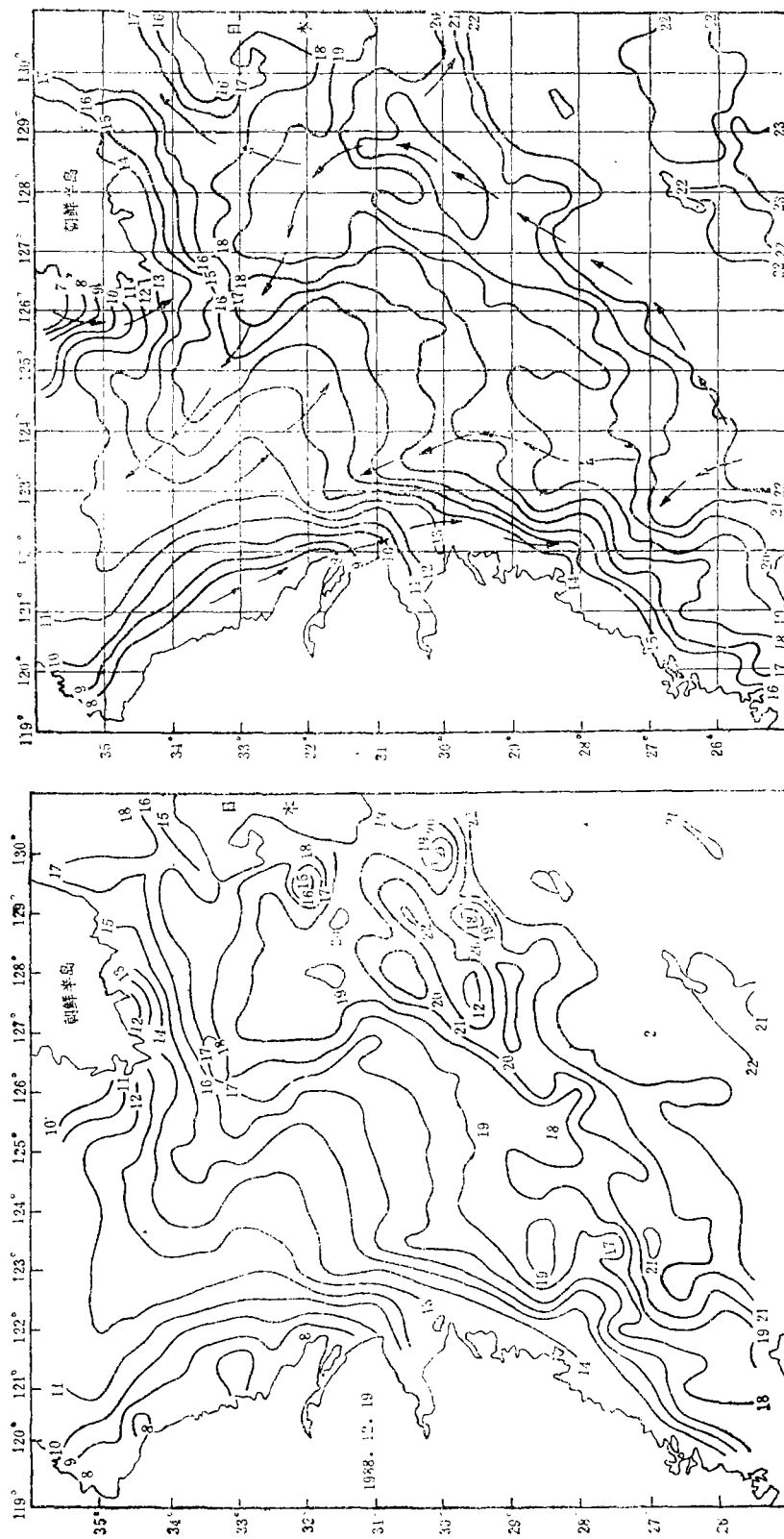


图4 海面温度分析场
(1988.12.19)

图3 卫星遥感的海面温度分布
(1988.12.19)

去云处理

当检测到有云存在时,不进行海面温度计算。对于个别受云污染的象元,用周围晴空象元的温度值外推得到;对于大片受云污染的象元,则给出云的边界范围。

其他各步多属于技术性处理,包括由计算值插值到标准经纬度网格点上、麦卡托投影、迭加海岸线以及对海区的数据以等值线和格点数值的形式输出等。

3. 结果

去年11月下旬至12月对接收到的29份资料进行了处理,除去东海大面积云覆盖的情形,共得卫星遥感的海温实况16份。按照分析的需要以 15×15 的分辨率输出海温数值,同时在绘图仪上输出间隔为 1°C 的等值线分布。图3是卫星遥感12月19日的海温实况图,与分析图(图4)相比两者在趋势上是吻合的。由于卫星遥感的海面温度是大面积的同步测量,它对于掌握整个海区温度分布状况起着基本的作用,如果再辅以其他测量手段,就可以准确地确定对渔场分布有重要影响的海洋学特征。

图5是11月8、11、20日和12月11日卫星遥感的海面温度与同期航空遥感的海面以下0.5 m处水温的比较,前者比后者系统偏低 0.4°C ,两者的均方差为 0.95°C ,基本上达到了NOAA卫星双通道遥感海面温度的水平。

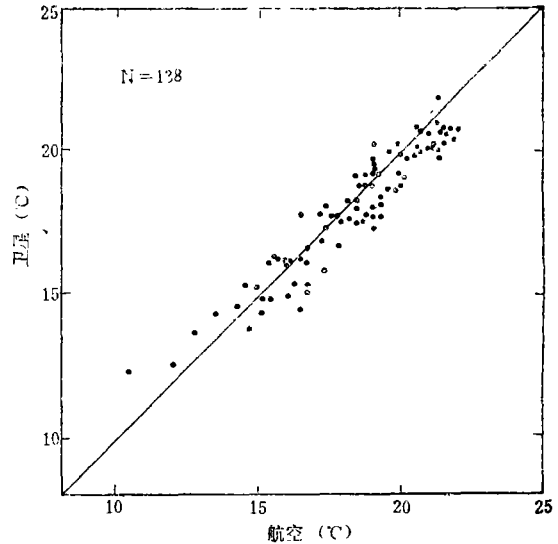


图5 卫星遥感和航空遥感海面温度的比较

三、结 束 语

卫星遥感技术在监测和预报渔场大面积海面温度方面有很大的潜力,一条卫星轨道的数据除了覆盖东海渔场外,还可以覆盖黄、渤海等主要渔场。现有的国产卫星云图接收机只要加以适当的技术改造,在配上微机图象处理系统以后,就可以在渔场速报中发挥作用。为了克服可见光和红外遥感技术受云干扰的不足,需要发展有效的云检测和云滤波的方法,这也是我们今后要解决的问题。