

GPS 及 AVHRR 资料在浅海潮间带测量中的应用

范德新¹ 杨亚新² 尹成华¹ 汤建国¹

(1 江苏省南通市气象局, 226006)

(2 江苏省南通航运职业技术学院)

提 要

通过利用 GPS 及渔探器实测, 并进行潮位订正, 获得南通浅海海域大量测点的高程资料; 通过对多时相各通道 NOAA 卫星照片进行筛选, 挑选能反映浅海地貌的通道资料, 从中读取各测点相对应的灰度值, 在此基础上利用分级线性回归, 建立不同高程范围内的高程、灰度线性回归方程, 确定不同高程的灰度阈值, 从而测量出南通市浅海海域不同高程以上的潮间带面积、分布。

关键词: GPS AVHRR 分级线性回归 潮间带

引 言

浅海潮间带是海产养殖业的主要场所, 具有较高的产出效益, 但不同高程、不同位置的潮间带适宜不同的海产养殖。为了提高养殖效益, 减少风险, 有关部门及沿海各县(市)迫切需要知道各自的潮间带情况, 如不同高程面积、分布等等。由于特殊的地理环境, 使传统的测绘方法难以在潮间带分布及面积测量中发挥作用, 即使测量也需投入大量的人力、物力, 且耗时长。因此, 江苏省自 1982 年以来, 就没有再开展过大范围潮间带面积的

测定工作, 造成目前江苏沿海潮间带资料少, 更新、补充十分困难。为此, 我们利用 GPS 及 NOAA-15/AVHRR-3 资料, 对南通市浅海潮间带进行了测定, 分别获得了 0m、-2m、-5m、-10m、-15m 高程以上潮间带面积及分布。

1 NOAA/AVHRR 遥感资料用于测量浅海潮间带的原理

利用 NOAA 气象卫星的红外通道与浅海水深的间接关系来测量浅海不同高程的潮间带面积。

美国的极轨气象卫星目前已发展到第五代业务卫星。现在使用的 NOAA-15 极轨气象卫星成像仪器为先进的甚高分辨率辐射仪-3(AVHRR-3),同第四代相比增加了第 6 个通道,即以 $1.6\mu\text{m}$ 为中心的近红外通道称为 3A,它用于白天观测,而原通道即 $3.55\mu\text{m}$ 通道称为 3B 通道,用于夜间观测。根据各通道特征,实际工作中一般用 3B 通道、4 通道和 5 通道 3 个红外通道来测量海面水温^[1,2]。各通道及用途见表 1。

表 1 NOAA-15/AVHRR-3 各通道及用途

通道序号	最大光谱带宽 / μm	星下点分辨率 /km	用途
1 通道	0.58~0.68	1.09	白天云、地表
2 通道	0.725~1.00	1.09	白天云、地表水汽
3A 通道	1.58~1.64	1.09	云/雪判别、土壤水分
3B 通道	3.55~3.93	1.09	海温、夜间云图
4 通道	10.30~11.30	1.09	海温、昼夜云图
5 通道	11.50~12.50	1.09	海温、昼夜云图

研究和调查证明^[3]浅海水深与海面水温存在着直接的关系。冬季水深海面水温高,水浅,海面水温低;夏季相反。另外,水温的日变化夏季较冬季显著,浅层较深层显著,为此只要选择适当的海况、天气状况下的 NOAA 卫星反映海面温度的通道资料就可较好地反映出水深信息,通过潮位订正就能反映浅海高程信息。

根据对卫星资料分析,发现春末夏初(5~6月)的 NOAA 卫星第 4、5 通道白天的资料最适宜用来分析浅海水深。原因一是春末夏初的浅海海面水温等值线分布与等水深线一致;二是该季节长江流域雨季还未开始,降水及江河入海流量小,对水深与水温间的关系影响小;三是该季节白天太阳辐射较强,较浅海域增温幅度大,较深海域幅度小,不同水深间海面水温的差异程度增大;四是虽然 3B 通道测量的精度相对较高,但受太阳辐射影响明显,1998 年投入业务使用的 NOAA-15 只把它用于夜间测量,而夜间由于海面辐射

降温,使得不同深度间水面温度差异减小。因此,3B 通道用于测量浅海水深精度不及通道 4、通道 5。

通过筛选,发现 1999 年 5 月 12 日的 NOAA 卫星红外通道图像与 1982 年海洋调查时的浅海地貌十分相似。其中尤以 CH5 通道图像清晰、层次分明,故用该通道资料来分析、测量南通沿海浅海海域不同高程范围内的潮间带面积。

2 浅海海域译读资料的获取及卫星资料处理

2.1 浅海部分点水深及经纬度资料的获取

利用 GPS 及渔探器(既能测量船位处水深,又能反映船行方向海底起伏状况),于 1999 年 10 月 27、28 日,11 月 2 日和 11 月 13 日在如东、启东、海安沿海海域对近 500 个点进行实地测量,记录下各点的经纬度、水深($h_{(i)}$)及测量时间等资料。为使测点的地理信息尽量多地反映不同海底地貌,测量时采取以下原则:海底平缓海域测点稀疏;海底起伏较大海域增加测量次数。这样使得海底平缓海域,尽可能以少的测点高程代表附近海底的状况;海底起伏较大海域,多测点平均高程基本能代表附近海底的平均状况。

2.2 各测点高程的计算

利用国家吕泗海洋站各测点实测时刻的潮位资料($h'_{(i)}$),利用下式计算各测点高程。

$$H_{(i)} = - (h_{(i)} - h'_{(i)}) \quad (1)$$

如:某测点测得水深为 5m,测量时刻潮位为 1.2m,则该点高程为 -6.2m。

2.3 卫星资料的定位、实测点相应灰度值的读取

利用江苏省农业气象与卫星遥感服务中心提供的“气象卫星资料接收处理服务系统(G32)”和 GPS 实测获得地标地理信息进行校正,获得高精度的卫星资料。

NOAA 卫星各通道测得的是 $1.09\text{km} \times$

1.09km 范围内的积分辐射值,而 GPS 与渔探器获得的是某测点的地理信息。由于海上测量工作的特殊性,无法有效确定代表某一高程的样本区,也就难以通过实测直接获得反映某高程的通道灰度值。实际工作中,我们以测点所在象元灰度值代表测点高程反映的灰度值,如有几个测点在同一象元中,则以该象元灰度值代表各测点平均高程反映的灰度值。对单个象元而言这必然存在误差,但由于测量样本数量较大,再通过下文统计处理后减小了点面间的误差。

依据上述方法,根据各实测点经纬度资料从 1999 年 5 月 12 日 NOAA 卫星第五通道读取相应象元的灰度值 $CH_{5(i)}$,并与测点高程一一对应。

3 不同高程灰度阈值确定

不同高程潮间带面积的计算,其关键是各高程灰度阈值的确定。确定了不同高程的灰度阈值,就可方便地统计出不同灰度范围内的象元数,从而计算出不同高程内的潮间带面积及绘制出沿海海域等高程线。

分析各实测高程资料和相应灰度资料发现:高程和灰度之间存在较好的相关性,高程越小,相应的灰度值越小。通过建立灰度与高程的线性回归方程,回代计算 0m、-2m、-5m、-10m、-15m 高程的灰度阈值发现 0m、-2m 高程阈值有变小的趋势,-10m、-15m 高程灰度则有增大的趋势。为了解决这一问题,我们采用了分级线性回归技术,分别建立不同高程范围内的线性回归方程,来求取各高程灰度阈值,并获得满意的效果。

方法是:首先把所有测点按不同的高程范围分成 5 个相应的集合。各集合高程定义域为:(0,-2)、(-1,-4)、(-2,-8)、(-5,-15)、(-10,-20)。分别求取各集合内的高程和灰度之间的线性回归方程。分级线性回归有二个优点:一是增加了统计的样本数,另一是减低了上文中以象元灰度表征测点高程

的误差。

高程定义域为(0,-2)的高程、灰度线性回归方程:

$$CH_{(0)} = 190.4 + 6.3h \quad (2)$$

高程定义域为(-1,-4)的高程、灰度线性回归方程:

$$CH_{(-2)} = 187.3 + 3.5h \quad (3)$$

高程定义域为(-2,-8)的高程、灰度线性回归方程:

$$CH_{(-5)} = 178.3 + 2.8h \quad (4)$$

高程定义域为(-5,-10)的高程、灰度线性回归方程:

$$CH_{(-10)} = 166.7 + 0.84h \quad (5)$$

高程定义域为(-10,-20)的高程、灰度线性回归方程:

$$CH_{(-15)} = 156.1 + 0.49h \quad (6)$$

上述各式中 CH 为灰度值, h 为高程。

将 $h = 0, -2, -5, -10, -15$ 分别代入式(2)、(3)、(4)、(5)、(6),得出 $CH_{(0)}$ 、 $CH_{(-2)}$ 、 $CH_{(-5)}$ 、 $CH_{(-10)}$ 、 $CH_{(-15)}$ 分别为 190、180、164、158、149,即 0m、-2m、-5m、-10m、-15m 高程对应于 1999 年 5 月 12 日 NOAA 卫星第 5 通道灰度值分别为 190、180、164、158、149。

4 不同高程潮间带面积的计算

根据用户要求,利用下列各式求取各区域范围内不同高程潮间带面积。

以 0m 以上潮间带面积计算方法为例,首先建立一个隶属函数 $u(i)$,来判断某一象元表征的是否为 0m 以上潮间带:

$$u(i) = \begin{cases} 1 & 199 \leq CH_i \leq 255 \\ 0 & CH_i < 199 \end{cases} \quad (7)$$

则 0m 以上潮间带面积为:

$$S_{(0)} = \sum_{i=1}^m u(i) \times A \quad (8)$$

上式中 $S_{(0)}$ 为测量区域内 0m 高程以上潮间带面积, CH_i 为测量区域内各象元灰度值, A 为单个象元面积, m 为测量区域内象元

个数。计算其它各高程潮间带面积时,只需取相应的高程灰度阈值,方法与 0m 相同。南通市沿海部分浅海海域潮间带面积测量结果见表 2。

表 2 南通市沿海部分浅海海域潮间带面积/km²

高程	蒋家沙	腰沙	启兴沙	如东附近沿海	启东附近沿海
0m 以上	104.26	79.22	11.30	601.90	102.5
-2m 以上	155.22	136.35	26.60	760.73	177.8
-5m 以上	320.30	256.25	26.60	1229.57	418.6
-10m 以上	380.45	351.78	90.26	1752.76	629.1
-15m 以上	380.45	505.43	295.12	2775.61	629.1

5 含有等高程线的沿海地貌卫星遥感彩图的制作

利用 G32 软件所提供的图像显示与操作功能,对 990521.5 图像进行信息提取,就可获得包括某一等高程线信息的图像。如在 990521.5 图像上生成 0m 等高程线的步骤是:首先显示 990521.5 图像,执行信息提取菜单,输入 F1=190,F2=191,就自动在卫星图片底图上生成 0m 等高线,并以位图格式保存。对上述以位图格式存盘的包含有 0m、

-2m、-5m、-10m、-15m 等高程线信息的各位图,利用其它图像编辑软件进行编辑,将各等高线移植至同一底图上,并按用户所需比例尺要求进行放大,配以必要的文字说明,就可获得一张完美的包含各等高程线在内的沿海浅海海域地貌卫星遥感彩图。

6 结 论

特定季节 NOAA 卫星红外通道资料同浅海高程之间存在着间接的关系,只要选择适宜海况、天气状况下的 NOAA 卫星红外通道资料,借助 GPS 地面实测、译读,就可方便地测得浅海不同高程潮间带面积。

致谢:在本项目完成过程中,得到了江苏省农业气象与卫星遥感中心、及该中心孙涵教授的大力支持,谨表感谢。

参考文献

- 1 陈渭民,夏浣清,陈光宇. 卫星气象学. 北京:气象出版社,1989.
- 2 董超华. 气象卫星业务产品释用手册. 北京:气象出版社,1999.
- 3 江苏省海岸带和海涂资源综合考察队. 江苏省海岸带和海涂资源综合调查报告(内部资料). 1985:26~34.

Application of the GPS and AVHRR Data to the Determination of Tidal Zone in Shallow Water

Fan Dexin¹ Yang Yaxin² Yin Chenghua¹ Tang Jianguo¹

(¹Nantong Meteorological Office, Jiangsu Province 226006)

(²Nantong Shipping College)

Abstract

A lot of data of elevation in different places of the shallow water of Nantong were obtained by fish-exploring machine and GPS determining and tide correcting. An image which reflects landforms of Nantong was obtained by selecting from the many NOAA images on different channels and in different phases. Based on the image, grey scales corresponding to different places were obtained. By using classifying liner regression technique, liner regression equations were established between the elevation and grey scale, and the threshold values of grey scales of the different elevations were determined. According to the threshold values, the areas of the tidal zone above different elevations of the shallow water of Nantong were estimated.

Key Words: GPS AVHRR classifying liner regression tidal zone