

# 南沙群岛海域 TM 卫星影像海图 计算机成图方法研制

王永江 丁 谦 何宇华

(国土资源部航空物探遥感中心,北京 100083)

**摘 要** 介绍了应用 TM 卫星遥感数据制作南沙群岛海图的方法,给出了在实践中摸索与总结出的关于影像(海)图的生产流程。影像(海)图的研制成功,为今后开展类似工作提供可以借鉴的方法。

**关键词** 南沙群岛 TM 遥感数据 影像海图 计算机制图

**分类号** TP 79: P 714, P 285.42

## 0 引言

南沙群岛是我国领土不可分割的一部分,70年代以来,原地矿部、中国科学院、农业部、广东省国土厅、广东省测绘局等几十家单位部门就油气勘探、海洋综合科学考察及渔业<sup>[1~5]</sup>等方面开展了大量工作。1994年2月我中心从泰国卫星地面站购买了覆盖南沙群岛海域的 TM 卫星 CCT 磁带数据。1995年4月又在南沙海域的三个不同海区进行了航空透水感蓝片浅海水深测量,同时进行无地面控制点机载 GPS 差分定位工作,并利用上述数据及资料开展了覆盖南沙群岛海域的岛、礁、滩、沙、洲的航空航天遥感调查工作。

## 1 卫星遥感图像数字纠正镶嵌与制图

### 1.1 波段组合选择与确定

通过两次海上调查采集的几十个不同种类的珊瑚(礁)标本的光谱测试结果(见图1),可以看出,岛、礁、珊瑚成分较单纯,光谱曲线规律性较强。不同颜色不同种类的珊瑚(礁)反射光谱曲线特征不同,在上述反射光谱曲线中,水体占有一个固定的谱段,在 $0.5 \sim 0.6 \mu\text{m}$ 波段区间反射率较高,棕红及灰绿色珊瑚(礁)在 $0.7 \mu\text{m}$ 及 $0.8 \mu\text{m}$ 波段处分别有两个反射峰值,并在 $0.6 \sim 0.7 \mu\text{m}$ 波段之间有一反射低值(谷)区,白色珊瑚沙除在 $0.7 \mu\text{m}$ 及 $0.8 \mu\text{m}$ 波段处有两个反射峰值外,与上述珊瑚(礁)的光谱特征有所不同,即在 $0.6 \sim 0.7 \mu\text{m}$ 波段之间不存在反射低谷区。由此看出,珊瑚礁反射光的特殊谱段主要集中在 $0.45 \sim 0.65 \mu\text{m}$ 及 $0.7 \sim 0.9 \mu\text{m}$ 波段区间,而 TM1、TM2、TM4 的谱段范围分别为 $0.45 \sim 0.52 \mu\text{m}$ 、 $0.53 \sim 0.61 \mu\text{m}$ 、 $0.78 \sim 0.9 \mu\text{m}$ 波段,两者相当吻合。因此,珊瑚礁信息在 TM1、TM2、TM4 波段图像上能够得到

收稿日期: 1999-02-10。

充分反映,因此,我们最终选择了 TM4、TM2、TM1 三个波段进行假彩色合成。

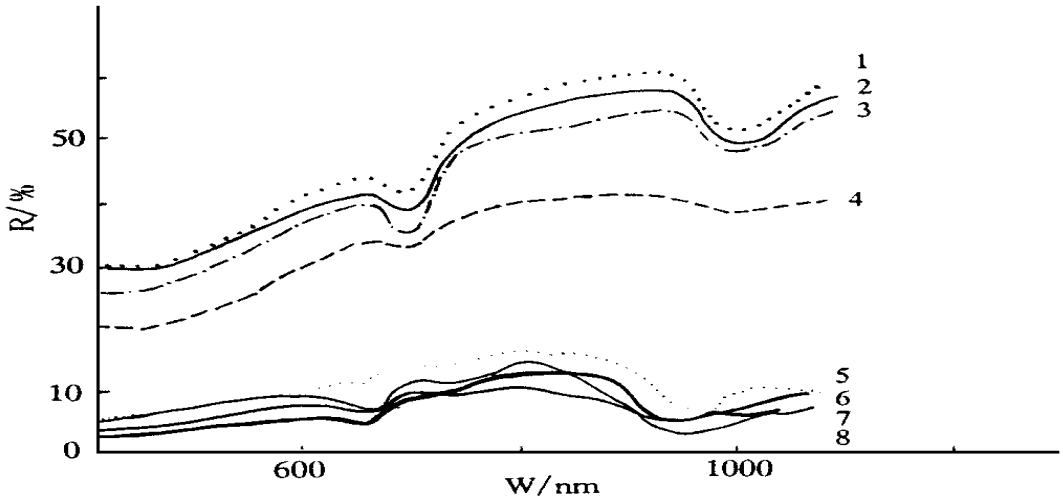


图 1 珊瑚礁、珊瑚沙反射光谱曲线图

1—粗粒棕黄色珊瑚沙; 2—灰白色珊瑚沙; 3—细粒棕黄色珊瑚沙; 4—灰色珊瑚沙;  
5—绿灰色鹿角珊瑚; 6—棕灰色鹿角珊瑚; 7—棕黄色鳞海底柏; 8—灰绿色直枝佳丽鹿角珊瑚

需要说明的是, TM1、TM2 波段对水体穿透能力较强,但由于南沙海域上空云量通常较大,仅靠 TM 可见光谱段的影像较难区别礁、滩、沙、洲和云雾,而 TM4 波段属近红外波段,是水体强烈吸收区,此波段影像不能反映水下的礁、滩、沙等信息,但对云雾的反映却很清晰,因此,把可见光与近红外波段组合起来,就能较容易把礁、滩、沙及暗沙等与雾区分开来。

### 1.2 图像增强处理

利用 TM4、TM2、TM1 波段组合能较好地反映岛、礁、滩、沙影像信息,但从 TM4、TM2、TM1 波段合成的原始图像上看,影像色调较暗,数据的可视动态范围较窄。为此,首先采用了直方图线性拉伸方法对图像进行增强处理,使图像整体色调变亮,反差增大,进一步增强了岛礁信息。但由于岛、礁、滩、沙在每一景图像中所占面积很小,而绝大多数又浸没水下,再加上海域上空云量较大,使云雾、海水构成每一景影像信息的主体,掩盖了岛、礁、滩、沙影像信息。为了解决这个问题,在单景原始图像中,经多级子图像增强处理,将岛、礁、滩、沙影像挖取出来,并对岛、礁、滩、沙、洲等以外海区采用掩膜技术统一填充为海兰色背景形成新图像。

经上述多级匹配增强、图像挖取及掩膜合成处理,完全消除了海水及云雾的干扰,使得岛、礁、滩、沙、洲的信息得到了最大限度的增强。为进一步处理成图提供了重要保证。

### 1.3 岛礁定位

岛礁定位是影像海图制作过程中的一项重要基础工作,其定位精度对 TM 数字图像的纠正至关重要。1994 年我中心对位于调查区内三个重要的局部海域进行了 1:1.3 万航空透水性感蓝片遥感飞行及无地面控制点机载 GPS 差分定位测量工作,其定位精度在  $\pm 15$  m 以内;另外,还先后两次开展海上调查及岛、礁定位工作,并对 7 座岛礁特征地貌(物)进行 GPS 定位测量,其中有 95% 的测量误差可控制在  $\pm 25$  m 以内。

### 1.4 图像几何精校正及数字镶嵌

前人已对陆地卫星影像图在遥感图像几何精校正及数字镶嵌处理等技术方面积累了很多宝贵经验,但对远离祖国大陆的海区开展影像(海)图制作可借鉴的技术方法与经验是很少的。

研究区域内仅有海上定位控制点 21 个,要利用这样稀少的定位控制点完成 18 个景区 26 个时相的 TM 数字图像纠正工作,应用常规处理方法是无法实现的。经摸索实验,在工作站上,利用卫星 TM 数字磁带中提供的 4 角点地理坐标,先对原始图像进行转角纠正,然后,再利用每一景区图像中的地面控制点进行平移校正。这样,即使一个景区中只有一个地面控制点,也足以完成纠正投影工作。为消除纠正处理过程中各相邻景之间误差积累,平移校正量根据以下几个方面确定: 选择定位控制点较多且精度较高的景为标准景; 根据重叠区(标准景与相邻之间)范围内同名点大地坐标与定位控制点的坐标值进行平差,以确定平移校正量。

在镶嵌过程中,为减小定位时由控制点本身误差所造成的重叠区内同名点影像错位误差,采取了对局部礁群先镶嵌后纠正的方法,较好地解决了这个问题。

经过图像的几何精纠正、投影及数字镶嵌,并对照海图分幅标准进行裁剪,以确定影像(海)图各图幅范围,最终获取了各幅影像(海)图的基础信息。

### 1.5 编辑和整饰

影像(海)图的编辑和整饰(包括注记)工作全部是在 PC 机上实现的,使用的软件是桌面图形图像处理出版软件。通过上述工作流程和各相关专业技术的结合,以及各软、硬件的最佳组合,完成了影像(海)图的制作,为顺利开展岛、礁、滩、沙遥感解译及综合调查研究提供了重要的基础数字信息,也为相关课题的研究提供了必要的前提保证。

## 2 相关精度的讨论

成图精度对海图的有效使用至关重要, TM 卫星影像(海)图定位纠正处理精度的高低直接影响成图质量。由于我们所成图的海区缺乏高精度大比例尺地形图,因此,未能按常规检验方法进行,即分别在大比例尺海图及卫星影像(海)图上选取一定数量具有明显地貌特征的同名点,量算其大地坐标或地理坐标,并计算这些同名点大地坐标差值,再以此为依据评价影像图的精度,而是根据此次定位纠正处理过程中可能产生的主要误差因数来考虑。这些影像成图精度的因素主要有: 实测点本身定位精度; 应用的 4 角点坐标相对精度; 旋转纠正及与已知点配准精度等。实测点精度受定位仪器误差及实测点在 TM 图像上确认点位误差的影响,一般在  $\pm 15\text{ m} \sim \pm 30\text{ m}$  之间。通过计算相邻景重叠区内同名点岛礁间在各自景区的大地坐标值的差值,来间接检验纠正畸变及误差情况。由这种检验方法可知,如果其中某景区实测点精度很低,经 4 角点旋转平移纠正后,就会造成与相邻景区同名点岛礁大地坐标值差也较大的情况。因此,用同名点在不同景区内的大地坐标值均值与平差处理后的大地坐标值比较得到的均方值大小来验证我们的旋转平移纠正精度,应符合实际情况。

经计算,得出经度方向大地坐标值总均方差为  $58.13\text{ m}$ ,纬度大地坐标值总均方差为  $58.73\text{ m}$ ,总均方差为  $82.64\text{ m}$ 。在不考虑实测点本身定位误差的情况下,完成上述定位纠正处理成图后,定位纠正总均方差为  $82.64\text{ m}$ 。为验证纠正实际效果,我们将近年军方测绘编制的海

图输入计算机与卫星影像海图配准比较(其中美济礁、仙娥礁、仁爱礁、三角礁、绿沙礁等都是经近年实测修正过的,且精度很高),结果非常吻合,从而说明制图精度是可信的。

### 3 结语

在南沙群岛海域开展大范围的影像(海)图制作,特别是应用卫星 TM 遥感数据作为信息源尚属首次,相信这次南海卫星遥感影像(海)图的编制及应用研究工作对今后我国海洋遥感将起到良好的推进作用。

参加此项工作的还有邱凯昌、陈薇、曹文玉、曹书静等同志,在此表示感谢。

### 参 考 文 献

- 1 夏戡原等. 南沙群岛及其临近海区地质地球物理与油气资源. 北京:科学出版社,1996
- 2 中国科学院南沙综合科学考察队. 南沙群岛及其临近海区地质地理物理及岛礁研究论文集(一). 北京:科学出版社,1994
- 3 中国科学院南沙综合科学考察队. 南沙群岛及其临近海区综合调查研究报告. 北京:科学出版社,1989
- 4 中国科学院南海海洋研究所. 曾母暗沙—中国南疆综合调查研究报告. 北京:科学出版社,1987
- 5 中国科学院南沙综合科学考察队. 南沙群岛及其临近海区地质地理物理及岛礁研究论文集(二). 北京:海洋出版社,1991
- 6 王新民等. 快速 TM 图像大地校正和数字镶嵌. 环境遥感,1990,5(3),228~233
- 7 冯钟葵等. TM 图像数字镶嵌的几何精度分析及镶嵌方法的探讨. 环境遥感,1996,11(4),295~301
- 8 术洪磊等. 一种 TM 图像的快速几何精校正方法. 遥感信息,1996,41(1),32~34

## COMPUTER MAPPING OF TM IMAGE MAP OF NANSHA ISLANDS AREA

Wang Yongjiang Ding Qian He Yuhua

(Aero Geophysical Survey and Remote Sensing Center, the Ministry of Land and Resources, Beijing 100083)

### Abstract

This paper details the method of using TM data to make the image-sea map, gives the technological process of making the map. It points that the success of making the map not only can lay a foundation for smoothly finish the work of surveying the Nansha Islands' islands, the reef, the shoal and the bank, but also can provides the reference for later work.

**Key words** Nansha islands TM data Image-sea map Computer mapping

第一作者简介: 王永江 男 1960 年生,高级工程师,目前主要从事遥感与地质、地球物理勘探综合研究,土地利用动态遥感监测、海洋岛礁及海洋卫星重力场等方面的研究工作。