

# 从气象卫星和资源卫星的比较谈 气象卫星在非气象领域中的应用

徐建平\*

(国家气象局卫星气象中心)

## 一、引言

自1972年美国发射资源卫星——陆地卫星1号以来,人们对资源卫星资料的处理和应用已做了不少工作<sup>[1]</sup>。到目前为止,我国在资源勘察、水文、测绘、环境监测、农业等非气象领域中主要是利用资源卫星资料。

美国极轨气象卫星发射时间比陆地卫星要早得多,我国早在七十年代初就自制了气象卫星接收设备,但接收的资料大部为未经数字处理的云图,而且主要限于气象上应用。国内许多部门对气象卫星资料的数字处理及其在非气象领域中的应用还不十分了解。最近我国引进了成套气象卫星接收处理系统,而且也研制成气象卫星图象处理设备,气象卫星资料将在我国逐渐得到广泛的应用。

本文对气象卫星资料和陆地卫星资料作一比较,说明气象卫星和陆地卫星资料的作用各有千秋,可以取长补短,相辅相成。气象卫星资料对于那些要求探测区大、探测周期短或实时性强而分辨率不要求那么高的非气象领域是可以发挥其作用的。

## 二、泰罗斯-N (Tiros-N) 卫星与资源卫星资料的比较

Tiros-N卫星系列是美国第三代极轨气象卫星,第一颗发射于1978年,目前正在运行的是NOAA-7和NOAA-8。卫星上装载

的探测器有:(1)改进的甚高分辨率辐射计(AVHRR),它提供四至五个通道的图象,分辨率约1公里;(2)泰罗斯业务垂直探测器(TOVS),用于提供垂直温度廓线;(3)资料收集系统(DCS),用于进行地面平台的资料收集和定位;(4)空间环境监视仪(SEM)。

目前正在运行的资源卫星是陆地卫星4号(Landsat-4),其轨道和探测器与陆地卫星1、2、3号有较大不同。它装载了多光谱扫描计(MSS)和主题绘图仪(TM),两者得到的都是图象资料。

下面对Tiros-N的AVHRR同Landsat-4的MSS和TM作一比较。

### 1. 探测波段:

两个卫星的探测器的波段比较如图1所示。由图可知,Tiros-N和Landsat-4探测波段分布不相同:Tiros-N AVHRR波段范围宽、划分得较粗,而Landsat-4波段范围窄些,划分得也细些。但在Tiros-N探测波段上,可以找到与Landsat-4大体相应的波段。而陆地卫星MSS波段中没有与AVHRR波段3相对应的波段。后者主要用于之一是监视火灾,如油田和森林火灾。在美国,它的主要用户之一是森林保护局及木材公司。另外,Landsat-4的MSS没有热红外波段(即Landsat-3中的波段8),不能探测到夜间资料,而MSS资料又是我国能得到的主要资料。总之,从波谱特性看Landsat-4能探测到的对象,Tiros-N应该也可以

\* 本文图象解释由范心圻、任明达两同志协助作出。

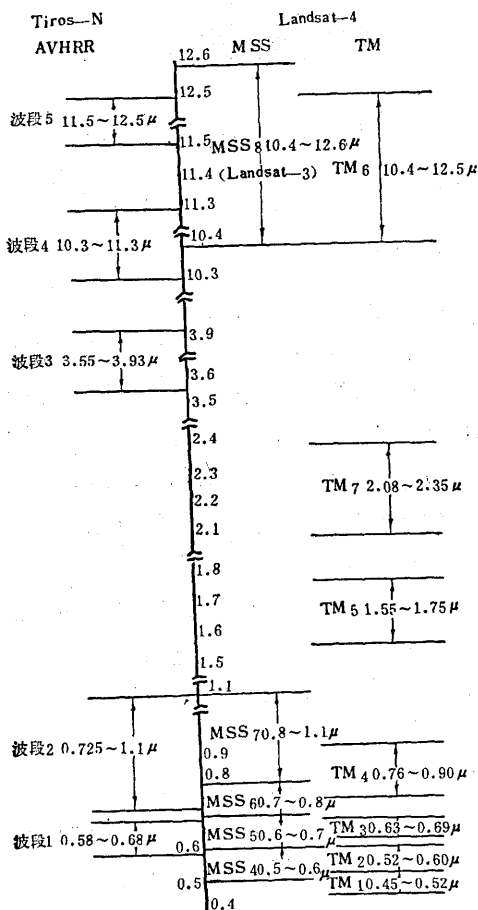


图1 Tiros-N和Landsat-4的波段比较

探测到大部分。

## 2. 空间分辨率:

Landsat-4多光谱扫描计的空间分辨率为80米,主题绘图仪的分辨率更高,可达30米,而Tiros-N AVHRR分辨率只有1.1公里,比陆地卫星分辨率要低得多。但这并不影响它在某些领域的应用。例如, Tiros-N卫星仍可清楚地探测到火山的烟柱和灰柱[1]。

## 3. 探测区大小:

Landsat-4卫星一条轨道扫描条带宽度为185公里, Tiros-N卫星一条轨道扫描条带宽度约为2800公里。这就是说从气象卫星一条轨道可以获得大面积的探测资料。Tiros-

N卫星的三条轨道可以完全覆盖我国国土。一个Tiros-N卫星接收站一般可以接收连续三条轨道上的资料。例如北京的气象卫星地面站可以得到我国除南海某些群岛外的绝大部分地区的资料(如图2所示)。

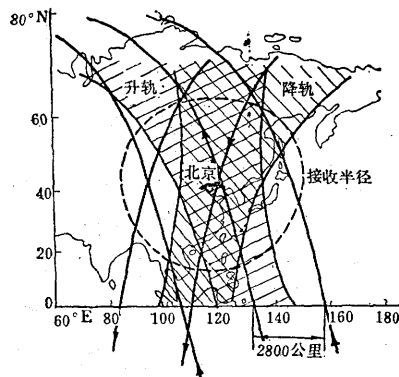


图2 Tiros-N卫星轨道、条带及接收范围

## 4. 探测周期:

Tiros-N卫星高度约830公里,轨道周期约102分钟,每天约有14.2条轨道,邻近两条轨道在赤道相距约2800公里,而一条轨道在地面上条带宽度约2800公里,这说明除了低纬度地区外相邻两条轨道的条带有相当的覆盖区。另外,升轨条带和降轨条带也有相当大的重叠(见图2)。再加上Tiros-N卫星是成对运行的,因此对于给定地区一天至少可以得到4次探测资料。

Landsat-4卫星高度705公里,轨道周期约99分钟,同一天连续两条轨道之间在赤道的距离为2752公里,而每条轨道的条带宽度只有185公里[2](见图3)。因此,它需要花费16天才能覆盖全球一次,比Tiros-N卫星所需的时间要长得多;再考虑到多要求探测地区晴空无云,这样Landsat-4能探测到有用资料的周期就更长了。因此Landsat-4不能满足那些希望经常重复地探测某一地区的用户的要求。对于某些场合,陆地卫星过长的探测周期会使其失去应用价值。

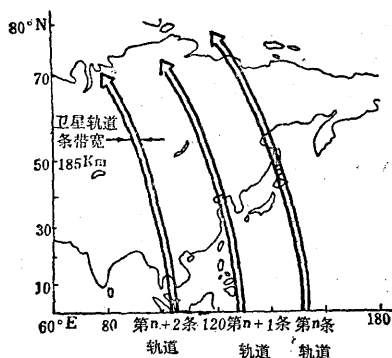


图3 Landsat-4 卫星同一天轨道及条带示意 (相邻轨道在赤道相距2752公里)

### 5. 资料的可得性、实时性和经济性:

目前我国不少部门已配备陆地卫星资料处理设备,但由于没有陆地卫星接收站而无法得到实时资料。处理所需的数字资料磁带都得购自美国,这不仅费钱而且实时性很差。何况目前我国还得不到TM资料。这些都是使用陆地卫星资料的不利之处。

我国于1983年已引进了一套完整的Tiros-N气象卫星接收和处理系统,它不仅能提供图片资料(硬拷贝或通过电信信道播发给用户),而且还可以提供CCT磁带(计算机兼容带)给用户。用户可按照自己的需要作各种处理。还要指出,我国不少区、省已设置国内生产的Tiros-N气象卫星高分辨率资料接收设备,如配上国产的气象卫星图象处理装置,那么各地非气象部门使用气象卫星资料就更方便了。鉴于直播气象卫星资料免费可得,这就更增加了它的优越性。

### 三、气象卫星资料在非气象领域中的应用

综上所述,陆地卫星资料和气象卫星资料各有长短。我们可以取长补短,合理地应用这两种资料。

陆地卫星由于‘看’得精细,很适用于地质勘察和测绘等领域。而气象卫星对于探测区域大、周期短而空间分辨率要求不那么高的领域,如海洋、渔业、洪水、水文、农

业等可以作出贡献。

下面列出气象卫星一些可能的非气象服务项目:

海洋观测,例如海潮、海温、洋流、泥沙分布、生物悬浮体等。

作物大面积估产、草原及植被监视、虫害监视、农业规划。

渔业水产,如海洋捕鱼区的确定。

交通,如铁路线、航道、港口的确定。

冰雪监视,例如海冰监视同航道选择有关,内河冰凌监视对洪水预报密切相关。雪被监测同洪水预报、水利灌溉、水电、粮食产量预测等都密切相关。

火山、地震监视。

森林、油田火灾监视。

城市规划。

地质结构、大面积矿产、温泉勘探。

利用气象卫星资料所取得的经济效益,文献〔3〕已列举了很多例子。

### 四、应用实例

以下举几个我们接收处理的Tiros-N卫星图象实例,并作简略说明。

例1, 黄海海温分布。图4a(见封二)为1983年7月23日NOAA-7波段4所摄图象,图4b为其解释图,图4c为其假彩色密度分割图(见封三)。像片中部的黄海暖流是沿台湾东岸北上到济州岛附近分流入黄海的黑潮暖流;上部为从渤海海峡沿岸南下的黄海冷水,左下部是台湾暖流的末端。这三股水流的势力有明显的季节变化。夏季(如本像片)暖流势力强盛,黄海暖流向西扩展,

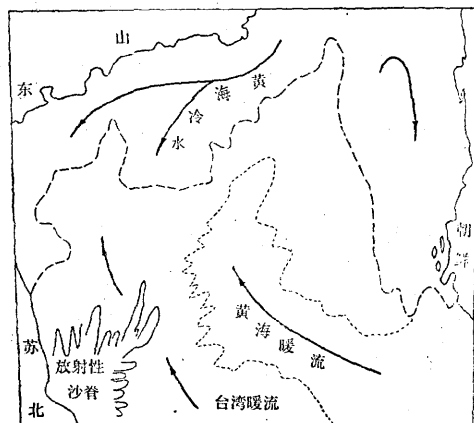


图4b 图4a的解释

向北可一直伸入渤海，苏北沿岸较暖的海水受台湾暖流影响也向北扩展。黄海冷水范围则较小，只到 34°N 附近。西朝鲜湾也有一股南下的较冷的沿岸流。图中还可见到苏北浅滩以弼港为中心的一系列放射状沙脊（潮流脊）。这里图象没有加上温度等值线，实际处理中可以给出温度等值线。

这种海温分布图不易从资源卫星得到，因为它不是没有热红外通道就是不提供资料。当然，上面所说温度都只是指亮度温度而非真实温度，然而它却对渔业生产有重要意义，因为渔群往往集中在温度梯度最大的地区，而气象卫星就能够及时提供这方面的信息。

例 2，渤海泥沙分布。图 5a(见封二) 为 1983 年 9 月 14 日 NOAA-7 波段 1 所摄图象，图 5b 为其解释图，图 5c (见封三) 为其假彩色密度分割图。在黄河入海口处形成一个高浓度的浑水舌。向南沿岸扩散至小清河口附

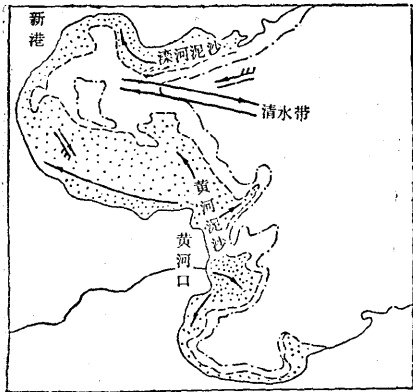


图 5b 图 5a 的解释

近，向西北扩散较远。在滦河口外也有一股南下的浑水，但规模不大。在这两股泥沙流之间，是外海清水进入渤海湾的通道。图上表明的泥沙走向分布及相对含沙量对于建港是有用的资料。

例 3，青海高原地质地貌。图 6a (见封

二) 为 1983 年 12 月 8 日 NOAA-7 波段 2 所摄图象，图 6b 为其解释图，图 6c (见封底) 为其假彩色合成图，波段 4 以红色表示，波段 2 以绿色表示，波段 1 以蓝色表示。图中能看出一些小湖泊，雪被更为清晰，哈拉湖



图 6b 图 6a 的解释

- ①青海湖 ②天峻青海湖断裂 ③托素湖
- ④可鲁克湖 ⑤朵海 ⑥察尔汗盐湖 ⑦南
- ⑧霍鲁逊湖 ⑨哈拉湖 ⑩达布逊湖 ⑪天
- ⑫峻断裂 ⑬茶卡盐池 ⑭甘肃北山 ⑮祁连
- ⑯山山脉 ⑰疏勒南山 ⑱昆仑山 有井号处
- 为盐湖沉积，点划线为断层，虚线为盆地边
- 界，斜线区为冰雪覆盖区

东北山坡上的大雪分布，比 1973 年 10 月 28 日的资源卫星像片上的范围大，而青海湖周围则不如 1973 年冬天的雪大。看来这种雪被面积的大体度量，对预报来年春汛和水情是有用的。图上的断层和大小盆地也是清楚的。

例 4，鄂赣皖地区地质地貌图。图 7a(见封底) 为 1984 年 1 月 6 日下午 NOAA-7 所摄图象，图 7b 为其解释图。波段 1 以蓝色表示，波段 2 以绿色表示，波段 4 以红色表示。此图采用了热红外波段合成，这是资源卫星所没有的。

图中水系呈紫红色—淡蓝色；湖泊呈现品红和黑蓝或蓝色；山区的水库呈深品红，因为它们具有较高的热辐射值，平原淡水湖

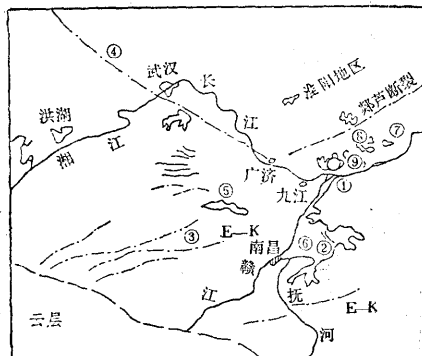


图 7 b 图 7 a 的解释

- ①鄱阳湖高热辐射区 ②鄱阳湖中深水槽  
③花岗岩 ④襄樊—广济断裂 ⑤修水水库  
⑥赣江入湖三角洲 ⑦武昌湖 ⑧泊湖  
⑨官湖、黄湖 ⑩龙感湖 图中点划线为断裂带

多呈蓝色，热辐射值较高的鄱阳湖中，有一条深水槽，可能为抚河和赣江的故道，具深紫红色，与长江河道的热辐射值相当。城市如南昌、武汉、九江都呈深品红色，具有较高的热辐射值。有树的山地呈绿色，具有真彩色特征。平原上第四系沉积物和红色碎屑

岩层呈浅色调，如白色、淡蓝、浅黄，山区的基岩呈深黄色。

地质界一个有争议的问题是郧芦断裂是否过长江？这幅图中郧芦断裂呈明显 NE 方向线性展布，而到广济附近为襄樊—广济断裂所截而切断，没有提供跨过长江的信息，而为一些分散的短小密集的 NE 方向断裂和东西向褶皱山地所代替。

对于气象卫星的热红外波段，各小波段如何选择适当的颜色进行假彩色合成还值得研究。为了使合成结果有利于信息的提取、区别及解释，今后应当探索出一套较好的公认的赋色规则，就如同资源卫星一样。

## 参 考 文 献

- 〔1〕遥感原理及解释，F. F. Sarins 著，地质出版社，1981年。
- 〔2〕Landsat Data Users Notes, NASA, issue No. 23, July, 1982.
- 〔3〕The Economic Benefits of Operational Environmental Satellites, W. John. Hussey, NESDIS, NOAA, March, 1983.



图 4a 黄海海温分布

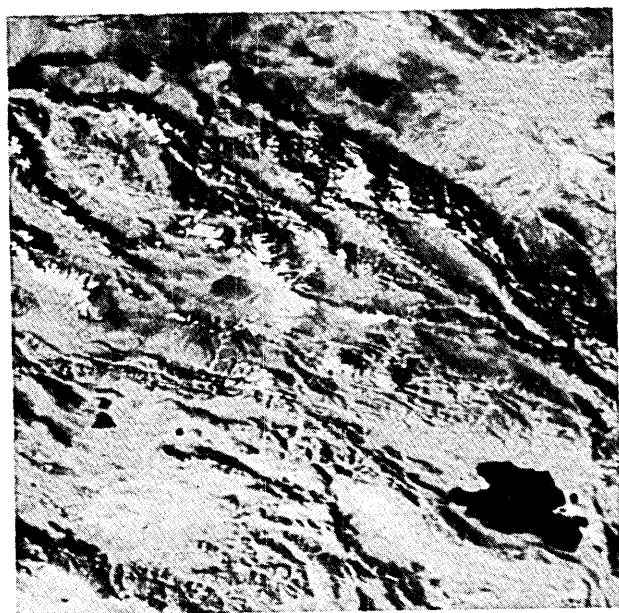


图 6a 青海高原地质地貌

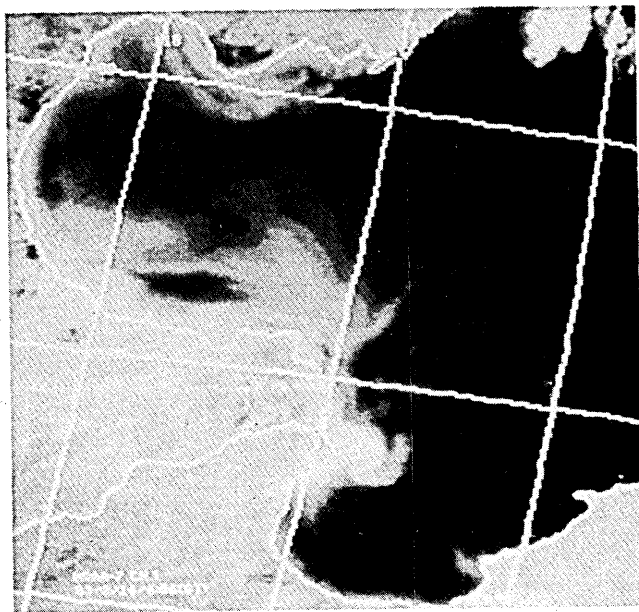


图 5a 渤海泥沙分布





图 4c 图 4a 的假彩色密度分割

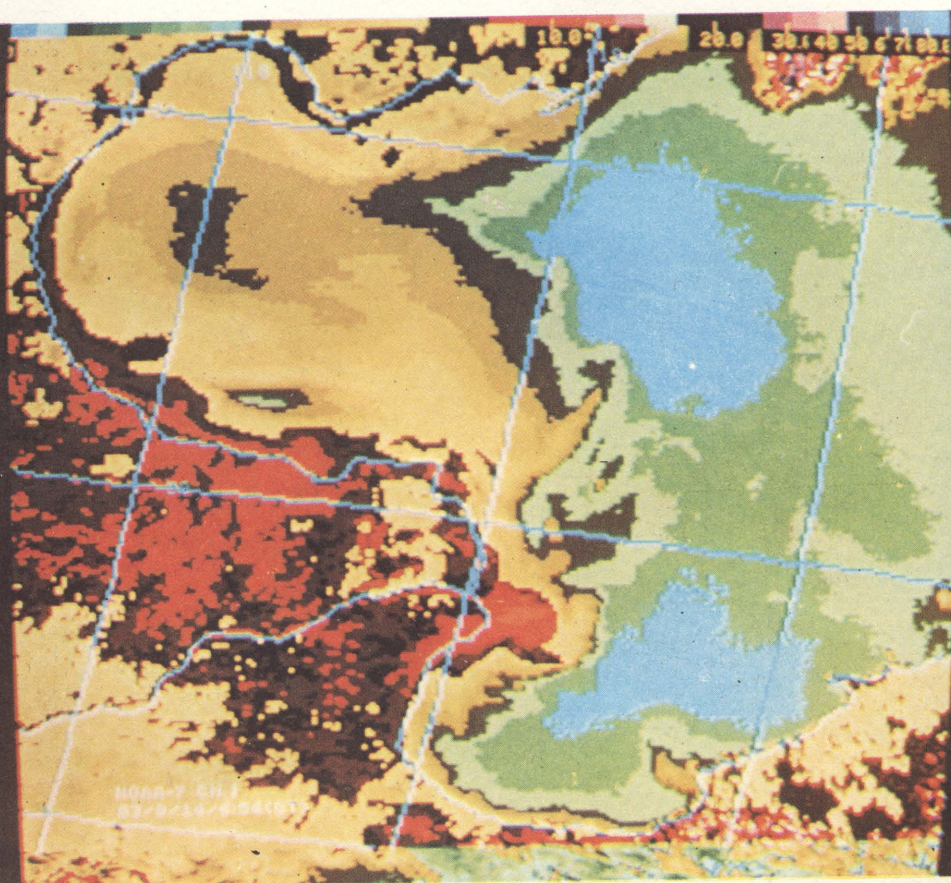


图 5c 图 5a 的假彩色密度分割





图 6c 图 6a 的假彩色密度分割

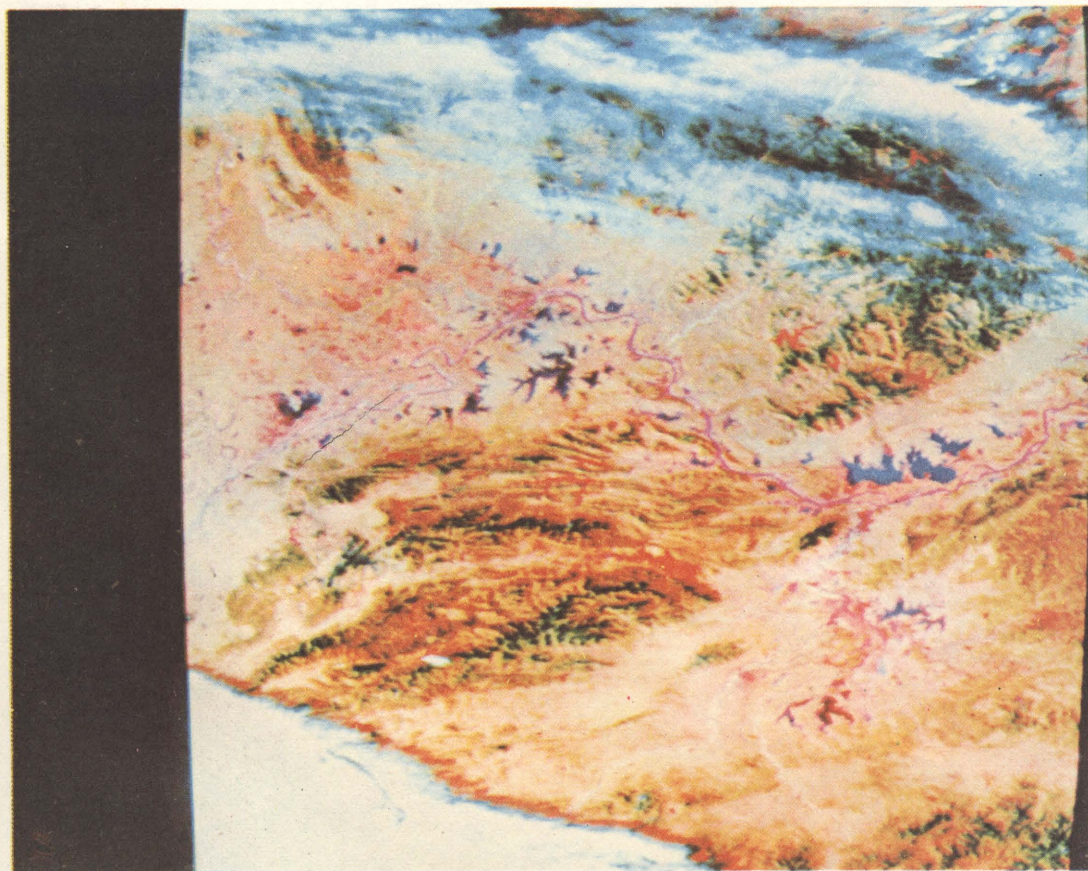


图 7a 鄂赣皖地区假彩色合成地质地貌图