

## 遥感图像多通道滤波方法及实用意义\*

梁秀慧

刘燕君

陈怀琳

(北京大学物理系)

(北京大学遥感技术应用研究所)

(北京大学物理系)

1986年3月3日收稿

遥感图像中的花纹结构是识别地物的重要依据之一,而花纹结构与图像的空间频谱紧密相关。本文介绍一种利用航空像片空间频谱特征进行地质信息提取的方法。即,首先用傅里叶光学方法把一幅遥感图像按空间频率分解成几张大小一样的黑白底片,然后把几张底片输入到数字图像处理系统作彩色合成,最终达到增强或提取地质信息的目的。这种光机混合处理方法,利用了相干光系统具有快速二维傅里叶变换能力及计算机处理方法灵活的优点,而且根据目的物的要求可作多种方案的合成。同时,由于该方法可以处理单张的、分辨率较高的航空像片,对于岩层(矿层)及小构造的图像特征信息的提取具有明显效果。因此,是一种值得推广的方法。

## 一、实验方法

图像分频的光路如图1所示。为避免激光光源带来的相干噪声,本实验用白光光源加小孔光阑和滤色片组成部分相干光系统。光源A由聚光镜 $L_0$ 成像在光轴上的O点,在此处放小孔光阑,光阑附近放滤色片。光束通过准直镜 $L_1$ 成为平行光,照射 $P_1$ 面上的被处理遥感图像,在傅里叶透镜 $L_2$ 的后焦面 $P_2$ 得到图像的空间频谱。图2<sup>[1]</sup>是一组空间带通滤波器。如果在 $P_2$ 面放置低通滤波器,则在像面 $P_3$ 上得到的图像只包含原图像的低频信息,而其它空间频率成份被滤掉了。因此,在 $P_2$ 面依次放置低通、中通、高通滤波器,在 $P_3$ 面分别用SO片接受图像,便可将一幅遥感图像分解成分别只包含低频、中频、高频信

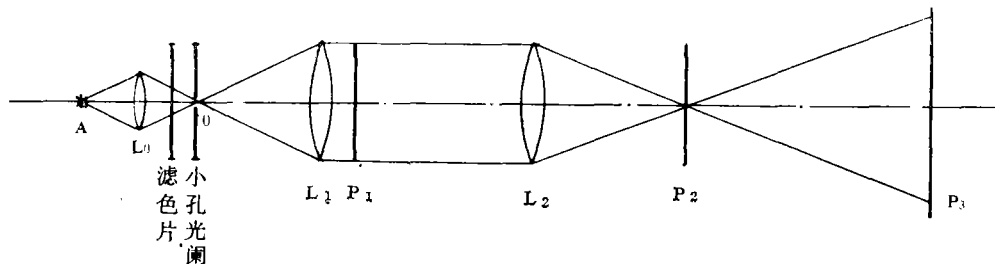


图1 图像分频光路

Fig. 1 Optical setup of separating Spatial spectrum

\* 首都钢铁总公司地质勘探公司王西华同志为本实验提供航空像片及实验资料,北京大学物理系汪滨同志参加部分工作,在此表示谢意。

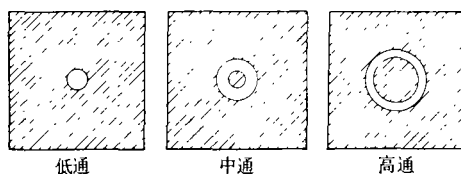


图 2 空间带通滤波器

Fig. 2 Spatial band filters

息的三张底片,像面位置不变,保证三张底片的尺寸一样,底片尺寸大小要符合数字图像处理系统的要求。

本实验在图 1 光路中所用  $L_1$  和  $L_2$  透镜的孔径是 120 mm, 焦距是 550 mm, 将航空象片缩小到  $35 \times 35$  mm 后放在  $P_1$  面。所用滤波器直径为: 低通滤波器 0—2 mm, 中通滤波器 2—6 mm, 高通滤波器 6—10 mm。所对应空间频率范围约为  $0-3.6 \text{ mm}^{-1}$ ,  $3.6-11 \text{ mm}^{-1}$ ,  $11-18 \text{ mm}^{-1}$ 。应该指出的是,为了很好地突出某些地质体,最好用光学频谱分析仪 (Recording Optical Spectrum Analyzer)<sup>[2]</sup> 对图像进行频谱分析,得到空间频谱图,然后根据公式

$$D = 2\lambda f\nu$$

设计滤波器。式中,  $D$  是滤波器直径,  $\lambda$  是滤色片的峰值波长,  $f$  是透镜  $L_2$  的焦距,  $\nu$  是空间频率。

由几何光学可知,频谱面  $P_2$  是小孔光阑的像面,小孔光阑的像的尺寸应小于低通滤波器的直径。本实验处理航空像片,用上述滤波器时,选用直径为 0.5 mm 的小孔光阑。

在本实验中,将分频得到的三张底片输入到 4200 F 多光谱数据系统进行几种方案的彩色处理(一般能进行多波段卫星像片彩色合成的计算机系统,都能完成这项工作),例如三张底片的拉伸彩色合成,可用正片和负片相互搭配进行,并可改变每张片子的颜色及亮度;两张底片的比值处理;单张底片的密度分类以及局部放大等等。在屏幕上可立即显示处理结果,并将满意的图像用彩色反转片拍摄下来,洗印成彩色像片。

## 二、实用意义

由于航天遥感图像分辨率低,因而岩层(矿层)及控矿构造不能显示在图像上。航空像片比例尺大,上述信息均可以微地貌特征显示出来,但仍会因岩层较薄及黑白色调差异不明显而使目视难以判定,需进行信息的提取,微地貌特征的变化反映为图像空间频谱的变化,因而使用分频底片做多种方案的彩色合成,可得到提取微地貌信息的效果。

密云水库东南老变质岩地区的一些航空像片处理结果表明,所获得的彩色像片极大地突出了构造及岩层的微地貌特征。以霍各庄-水峪地区航空像片为例,图版 IV 图 3 是处理前的黑白像片,图版 IV 图 4 为处理后获得的彩色像片。图 5 是彩色合成像片的解译结果。彩色合成的方案是: 低频—绿色,中频—蓝色,高频/中频—红色。由彩色像片解

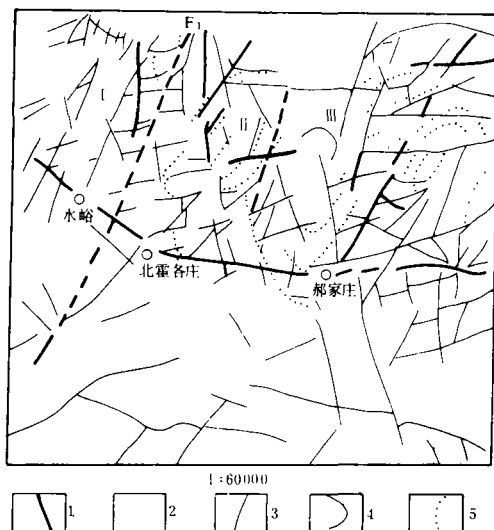


图 5 北霍各庄-水峪地区彩色合成像片解译图

Fig. 3 Interpretive image of color synthetic photograph of Beihuogezhuang-Shuiyu area

- 1 影像解译与已知相符的断裂构造。 2 岩层分区界线  
3 断裂构造 4 环形影像 5 褶皱构造地表形态。

译出的断裂构造与 1:1 万地质图相比, 增加五倍以上; 与黑白航空像片相比, 增加一倍以上。尤其是北西向构造信息较弱, 黑白像片上很难判读, 而由彩色像片却可解译出大量北西向断裂, 其结果多被事实所证明。 磁铁石英岩呈现出青色的点线, 沿此线追索, 可以勾划出部分岩层褶皱变形的地表形态, 其主体部分与 1:1 万地质图基本一致, 并增加了一些次级褶皱的细节。郝家庄背斜核部的位置, 彩色像片上解译为村的西北, 与地质图不符(村东北), 但已被事实证明解译正确。此外, 根据彩色像片的花纹特征, 可划分为三个不同类型的岩层区(图 5 中的 I, II, III), 分区的界线与 1:1 万地质图的分层界线一致, 并具有构造岩相的意义。彩色像片中的环形影像是值得注意的新信息。

### 参 考 文 献

- [1] 钟锡华, 光波衍射与变换光学, 高等教育出版社, 1985 年。  
[2] 朱世嘉等, 频谱分析技术在遥感图像岩性解译中的应用, 科学通报, 28(21), 1329 页, 1983 年。

## A Method of Multichannel Filtering for the Aerophotos and its Practical Meaning

Liang Xiuhui

(Department of Physics, Beijing University)

Liu Yanjun

(Institute of Remote Sensing Technology and Application Beijing University)

Chen Huaili

(Department of Physics, Beijing University)

### Abstract

A method, utilizing the spatial spectrum feature of a aerophoto to extract the geological informations is presented. According to the aerophoto's features and the purpose of application, we have made the optical spatial filters. On the coherent optical system, one aerophoto film can be separated into three, corresponding to different spatial frequencies respectively. After digital image processing of the separated films, a color synthetic photograph was obtained. This method can be used to process the single high resolution aerophoto, and we can extract the characteristic informations of the rock formation and its small structures from the image. As it has shown in experimental results, this method is of significance in geological explorations.

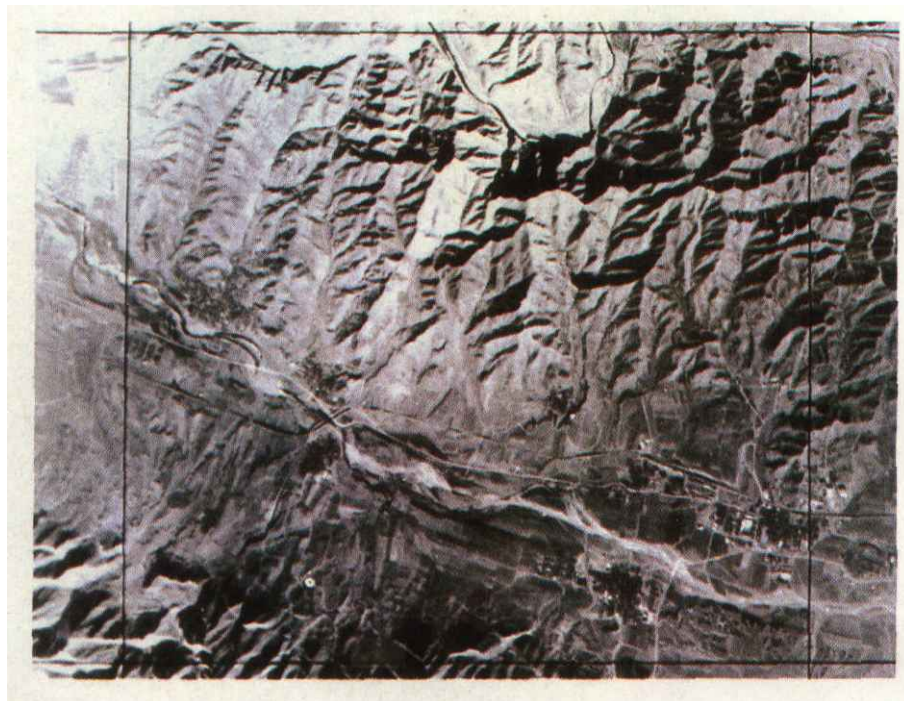


图3 霍各庄-水峪地区航空像片

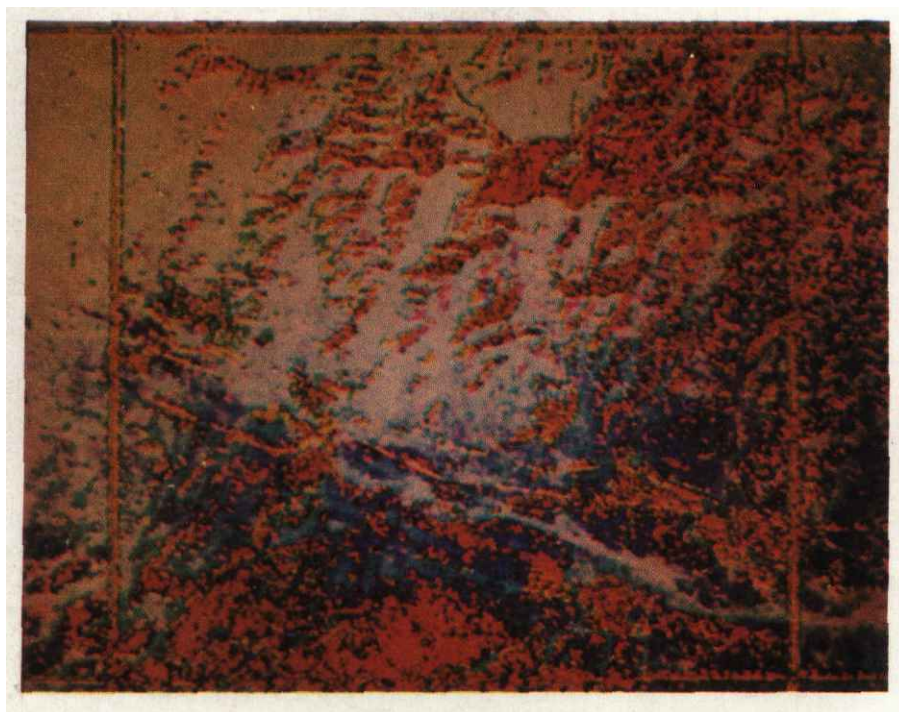


图4 图3的处理片