

# 天津和保定幅航天飞机成像雷达 (SIR-A) 图象的解释

肖金凯

载于美国哥伦比亚号航天飞机上的成像雷达 (SIR-A) 于1981年11月首次飞行中对我国一部分地区获得了高分辨率的航天侧视雷达图象。

天津全幅和保定幅的东半部均为华北大平原，地势平坦，土地条件较均一，有由铁路、公路、河流、渠道织成的密集线形地物网。对这种平原区的SIR-A图象的解释，可不考虑地形阴影效应的影响，而把精力集中在地物的介电特性和地表粗糙度上。通过野外调查、实地的土壤孔隙度和土壤水分测量，以及室内的介电常数与图象灰度值的测量，SIR-A 图象的灰度值G与土壤样品复介电常数的实部 $\epsilon'$ 和虚部 $\epsilon''$ ，及土壤湿度  $M_s$  之间有明显的线性相关性：

$$G = 0.539\epsilon' - 0.878$$

$$G = 0.689 + 4.253\epsilon''$$

$$G = 0.691 + 0.104M_s$$

相关系数分别为0.91、0.80、0.86。土壤的 $\epsilon'$ 与土壤孔隙度 $\rho$ 和土壤湿度（体积百分比）之间有如下关系：

$$\epsilon' = \epsilon'_0 \rho \cdot \epsilon_w^{M_s}$$

式中 $\epsilon'_0$ 为完全干燥土壤的固相复介电常数的实部； $\epsilon_w$ 为水复介电常数的实部。上述结果说明，对平原区平坦农田的雷达图象而言，土壤湿度的差异是使图象灰度变化的最主要因素之一。

影响雷达图象灰度的另一主要因素是地表特征，粗糙地表呈明亮色调，平滑地表则色调深暗。依据 Peake和Oliver的地表粗糙度判据，平原的农田多属中等粗糙表面。而沟渠、树木、道路、地埂等则属十分粗糙表面。这些粗糙表面地物，随其走向与雷达波束方向的夹角不同，在图象上呈现不同的灰阶，当夹角为 $90^\circ$ 时（迎波面）则出现明亮的线条。居民点因建筑物墙壁与地面形成角反射器，或因建筑物中的金属结构，强烈地散射雷达信号，由此产生星罗棋布的、明亮而不规则的居民点图斑，正是SIR-A图象的突出特点之一。

保定幅的西部是一较低矮的山区，植被覆盖少，基岩出露广。雷达图象地质解释的基本依据仍是形状、色调、阴影、纹理、方向等要素。在此区可识明如下几类岩石：

太古界阜平群片麻岩：由于表面风化强烈，岩石较破碎，地形起伏平缓，因而色调灰白，纹理非常清晰，水系明显，易于与周围的震旦系白云岩和奥陶系灰岩相区别。

震旦系白云岩：风化作用强烈，地形起伏大，地表高低不平，悬岩陡壁多，水系切割深，反映在SIR-A图象上，色调分明，阴影特别明显，纹理不很清晰。很易划分它的分布范围。

寒武系砂页岩：分布面积很小，但其地势平缓，风化作用强，岩石破碎。其色调、纹

理、灰度等易与周围的白云岩和灰岩相区别。

奥陶系灰岩：分布上为寒武系砂页岩所包围，而地貌特征两者有很大差别。  
燕山期的花岗岩和花岗闪岩。

第四系沉积物。

另外，三组不同方向的构造线在SIR-A图象上明显可辨。

上述工作表明：SIR-A图象是进行地质工作的有力工具之一。

利用1<sup>2</sup>S101图象处理系统，对SIR-A图象作统计训练的等密度分割处理，然后着重研究SIR-A图象与陆地卫星MSS图象匹配的处理方法。采用1:10万的地形图作为控制基础，并按40m的象元点尺寸实现坐标化。在地形图和两种图象上分别选择一些均可辨认的相同目标作为控制点，构成三角控制网，并分别读出各控制点的象元点位。应用扭曲程序把两种图象的控制点位分别作为输入点位，把地形图上的控制点位作为输出点位，实现两种图象的几何精度纠正，使象元点在新坐标网格下一一对应，从而完成两种图象的配准。我们在512×512的象元范围内进行几种方案的图象匹配，如MSS的4、5、7波段常规假彩色合成；SIR-A图象代替上述三个波段之一的假彩色合成；分别用SIR-A图象与MSS的三个波段图作标准化处理，产生三种新的灰度图象，再进行假彩色合成等等。

用非监督集群分类程序来对比各类图象的计算机自动分类结果。结果表明，从标准化合成图象的分类图中可以明显区分旱地、水浇地、菜地、草地、居民点和线形地物，其自动分类效果的分辨率均优于MSS假彩色合成图象。用MSS常规合成图象无法或很难识别果园、坑塘和居民点，对旱地、菜地和河渠的解释效果亦不佳，田间支渠毫无反映。在SIR-A等密度分割图中，无法或难于识别果园、坑塘和菜地，居民点的分类也不高。然而，在标准化合成图象上，除了难于识别果园和菜地外，其余的地物类型均有较高的解释精度。这是因为这种图象既保留了陆地卫星图象的地物可见光和近红外反射波谱特征，又叠加了SIR-A图象的地物微波后向散射特征，加上兼有SIR-A图象的高分辨率和不同的观测角等特点，使该图象的信息量较原来两种单独图象有明显增加，以致把分类精度从73.6%和74%提高到81.7%。因而，采用图象配准和标准化合成等数字图象处理方法，会使SIR-A图象在土地利用调查中发挥其独特作用。

# INTERPERTATION OF SHUTTLE IMAGING RADAR(SIR— A)IMAGE OF TIANJIN AND BAODIN AREAS

Xiao Jinkai

## Abstract

In this paper, a shuttle imaging radar(SIR-A) image of Tianjin and Baodin areas acquired by the SIR-A in Nov.1981,was interpereted manually with the aid of a digidal image processing system. The results demonstrated that there exists an evident correlation between the greyscale values of the SIR-A image and both the complex dielectric constant of soil and soil moisture. The geological interpretation of the SIR-A was based on the tone, shadows, veins, shapes, and hydrographic nets of the image as well as dielectric constants of rocks. Six types of rocks and three groups of faults can be distinguished. The method of image processing involved density slicing with statistical training,yielding normalized false color composite images by coregistration of the SIR-A and Lansat Mss images, and unsupervised clustering classification to different images. Finally, the interpretation keys to twelve typical types of objects in the SIR-A image were presented.