

摄影遥感 RADUGA 实验的最初结果

摘要 本文介绍了由 MKF—6型多光谱相机和 MSP—4型多光谱投影仪组成的装置系统的技术参数,并叙述了以加色观测仪进行图像处理的几个例子以及从 RADUGA 1 实验中获得的有关图像判读结果。

1 引言

于1976年9月,苏联和东德一起进行了名为 RADUGA 摄影遥感实验。在第一次试验中使用了由苏联和东德科学家研究,东德国营蔡司光学仪器厂安装的 MKF—6型多光谱相机。在这次试验期间,苏联宇航员伯科斯基和阿克斯杰诺用 MKF—6型相机自250公里的上空在联盟 22 号航天飞船的舷舱上拍摄了苏联和东德的部分地区。几乎是在同时,在一架安 30 型苏联特种飞机的舷舱上,自 6—7 公里的上空对德国的部分领土进行拍摄并在实验区做了地面控制测量。

本文介绍了由德国国营蔡司光学仪器厂为图像分析而研制的 MKF—6型多光谱相机和 MSP—4型多光谱投影仪组成的装置系统的技术参数,以及从 RADUGA 实验中获得的有关图像判读结果。

2 MKF—6型/MSP—4型装置系统的有关资料

2.1 MKF—6型多光谱相机

MKF—6型相机(图1)主要包括:

- 相机的主体包括带有快门的6个高性能的物镜 4/125, 像移补偿和若干数据输出端。
- 带有6个片盒的输片机。
- 能够提供为相机服务的必要程序信号和输送遥测技术信号的电子部件。
- 像机控制用操作台(像移补偿, 重迭率,

停止拍摄。)

相机在所有6条通道里都有一个在胶片宽度为70mm上,尺寸规格为55×81mm的图像画幅。胶片的自由边缘用于特殊图像数据和10级灰度的存储。一直到220m长的胶片都能放入每一个暗盒里。图像的顺序是可变的,以致我们可在20%—80%之间选择一个重迭。

表 1

MKF—6型相机的参数:

波长波段: 0.48/0.54/0.60/0.66/0.72/0.84/ μm
带宽: 0.04/ μm (可见)
0.1/ μm (红外)
焦距: 125mm
画幅: 55×51/mm ²
胶片长度: 220m
重迭率: 20—80% (可调)
分辨率: 160对线/mm

MKF—6型相机的物镜满足了一个高级测量相机的所有要求。6个物镜的焦距变化在 $\pm 2/\mu\text{m}$ 的范围内,这些光轴的平行小于10'。9个十字线印在每一张图像上。彩色滤光片分别在 $\lambda_{max} = 480, 540, 600, 660,$ 和720nm有一个最大的透过率。每种情况的带宽是40nm,第6种情况的带宽是100nm,而波长 $\lambda_{max} = 840\text{nm}$ 。

在对2000种不同物体作典型光谱分析后,确定了这些谱带的数量,波长和带宽。在可见光谱带上,原图像的几何分辨率高于每毫米160对线。RADUGA实验用的苏联特殊胶卷完全达到了这一分辨率。

同时,为在宇宙空间站上进行长期的应

注: 本文照片因不清楚,故删掉,请参看原文。

用,进一步研制了 *MKF-6* 型相机, *MKF-6 M* 改进型的像机安装在宇宙空间站 *SALUT-6* 上,于 1978 年 1 月在第二次苏联与东德的联合实验中成功地使用了这一相机进行摄影遥感。

2.2 *MSP-4* 型多光谱投影仪

特别是为了目视分析 *MKF-6* 型黑白图像,由东德国营蔡司光学仪器厂研制生产了 *MSP-4* 型多光谱投影仪 (图 2)。

MSP-4 型投影仪可组合 *MKF-6* 型 (相机) 的高几何分辨率,而重叠率不好的四个照片为一个彩色图像。*MSP-4* 型包括用于分析的有效装置和一个电子学系统。

表 2

MSP-4 型多光谱投影仪参数

投影通道: 4
放大率: 5 倍
投影图像的规格: $350 \times 450 \text{mm}^2$
光学: 5.6/175
调正: 电动机械
光源: 24v/250w
彩色相纸的规格 $400 \times 500 \text{mm}^2$

用于分析的装置共有 4 条互相独立的光学通道。每一条通道有一个装有 6 个彩色滤光片的滤光盘,一个带 3 个中性滤光片的中性滤光盘并安装在照明,投影和机电调节装置上。四张胶片的画面照原来放大五倍投射在一个倾斜的反射镜上, $350 \times 455 \text{mm}^2$ 的画幅投影在一个倾斜的透射屏上。彩色合成图像的摄影纪录可用记录盒的方式在高几何精度的图像平面上和辐射测量性能好的彩色正象胶片上或规格为 $400 \times 500 \text{mm}^2$ 的彩色纪录纸上直接进行。

3 对 *RADUGA* 实验图像的分析

从 *RADUGA* 实验获得的多光谱图像具有最佳的摄影测量和光度质量 (表 3)。

表 3

平台	飞机	卫星
高度	7km	250km
地面分辨率	0.5m	大约 6m
成像区域	$3 \times 4 \text{km}^2$	$120 \times 170 \text{km}^2$
灰级	大约 200	
图像比例	1:50000	1:2,000,000

航天图像的比例约为 1:2 百万,靠这一图像可记录大约 $115 \times 170 \text{km}^2$ 的地区。从飞机拍摄的图像比例为 1:50000,所记录的地区大约为 $3 \times 4 \text{km}^2$ 。原图像可放大近五十倍。航天图像的几何分辨本领在直线目标上约是 6m,在平面目标是 10m,运用显微密度测量的方法,在绝对校准下可分清 200 灰度值层次。对于摄影测量分析,航天图像可应用到所有的光谱带上。就地质因素的特征和配准的精确度的考虑,至少此图像符合一般地形地图 1:20,000。

东德的几个研究所的一个科学规划法注意到不同的特殊学科根据 *RADUGA* 实验曾对东德领土的多光谱照片进行了分析和解释。运用 *MSP-4* 型多光谱投影仪对图像用目视分析和解释。此外,还有各种解译系列分析几种原黑白图像。用数字的和组合数字摄影技术处理图像。

表 4 表示了中央地球物理研究所进行多光谱图像处理所采用的光学测量和摄影技术。图 3、4、5 显示了用 *MSP-4* 型多光谱投影仪在我们判读之内的 3 个典型彩色合成例子。这些图像原是从德累斯顿近摩利兹堡西北地区的多光谱图像。这是一个有很多低洼地,大量混合森林,农业区,牧草地和充满积物池塘的冰碛地区。地下层由岩浆石构成。

表 4

MSP-4 型多光谱图像处理用的 *MDZ ZIPK*

- 技术摘要灰度值运算
- 加法 (灰度值的扩展)
- 减法
- 假彩色

- 乘法
 - 除法
 - 掩膜技术
- } 夹层技术
- 彩色整理:
 - 彩色的合成标准 (多光谱)
 - 彩色的特殊合成 (土地, 森林, 水, 地质)
 - 多瞬时信息
 - 立体像对
 - 同时拍摄的图像
 - 等密度
 - 几种信息的载体组合

图3显示了标准彩色合成。为这一标准彩色合成选择了光谱带2 (540nm, 绿—黄), 3 (600nm黄), 和6 (840nm, 红外) 并在这一顺序以蓝, 绿, 红进行编排。由于这一组合, 图像呈现颜色类似于常规光谱区域胶片的假彩色再现。在这张图像上, 住宅区, 森林, 农业区, 水达到了最佳的颜色区别。与此相比, 住宅建筑物与其外界的对比是不鲜明的。

图4显示了在农业与住宅范围内具有高度彩色差异的特殊彩色合成。对于这一彩色合成, 光谱带2、3、6正像和4谱带的负像 (660nm, 红), 以深红, 红, 绿, 蓝分别进行编码。图5是除法的夹层技术实例。这个例子应用于所有的6条光谱带。在这一过程中, 三个夹层技术根据光谱波段2和1, 3和4, 5和6建立夹层, 由红, 绿, 蓝进行编排混合。所以我们可注意到最大的颜色差别, 但不能根据物体的光谱特性的颜色推测。农业地区的颜色差别非常清楚。彩色合成图像很好地反映了植物生长和发育状况。

4 根据梅克伦堡海岸区和港口内地的试验东北地区的航天图像判读结果

4.1 试验区域特性短评

图6是一张从德国北部到实验区面积约10.000km²的图。此图是1976年9月21

日, 13时, 10分拍摄的一张航天光谱图像的一部分。

彩色合成图像符合我们的混合标准。这个试验区围着梅克伦堡浅湾, 包括鲁根岛的德国海岸和从海岸到海岸后部大约50km的距离。从地质的观点来看, 这一地区属于北德——波兰盆地, 积物淤积厚度达6km, 基底层显示了一亿五千年前由于断层过程引起的断裂。更新世冰河时期的积物堆放在上面。在维斯杜拉河地区出现的主要类型的地形, 它的详细情况是与波罗的海的形成有关系的。在这个时候, 这一地区主要用于农业和森林。

4.2 复杂地质判读

可耕地, 草地, 森林, 水和住宅一些主要种类应用的土地镶嵌图是航天图像最显著结构之一。用几个缩图进行了这种分析, 例如, 土地结构, 用植物的分布和农业利用的土地对自然区进行勘察, 记录土地改良状况。大地利用的小比例的地图和航天图像的比较证明一般是非常符合的, 但是也标明了一些特殊的差异。几何精度高的MKF—6图像, 彩色合成图像和放大的图像具有很大的优点。

图7是从大约160km²加利波利半岛剪裁的放大图像, 除了许多农业开发结构的详情之外, 从岸坝和凹地依次清楚的再现, 我们还看到关于该半岛形成过程有利的以及尚未被发现的结果。在对航天图像精确分析时, 在海平面地区我们得到了实际地貌的变化过程, 海岸的动态变化和海底状态的某些局限性的有价值的情报。

在另一个伊比利亚半岛, 里登海和鲁根岛部分剪裁的航天图像上, 我们可看到靠近博克一岛大陆的轮廓, 在常规的地质图上表示怎样变化。图像进一步显示了施特拉尔松和里登海的海运水道, 很多浅滩和包括以前的潮流流动水道, 在完成特殊数字处理的图像后, 依靠多光谱图像提供水的状态描述。从飞机上拍摄的图像非常适合于这一目的。

4.3 地质判读

图9是一个典型剪裁的地质图的一些结构，这些结构是根据德国北部的航天照片的判读所公认的。此图包括不同特点的分类结构。

1. 弓形小结构的正个系统，更新世时一些沉积物的判读标记。

2. 弓形大结构可能同冰的融化过程有联系。

3. 线性大片可能反映6km深处结晶状基底不连续的羽毛状像元。

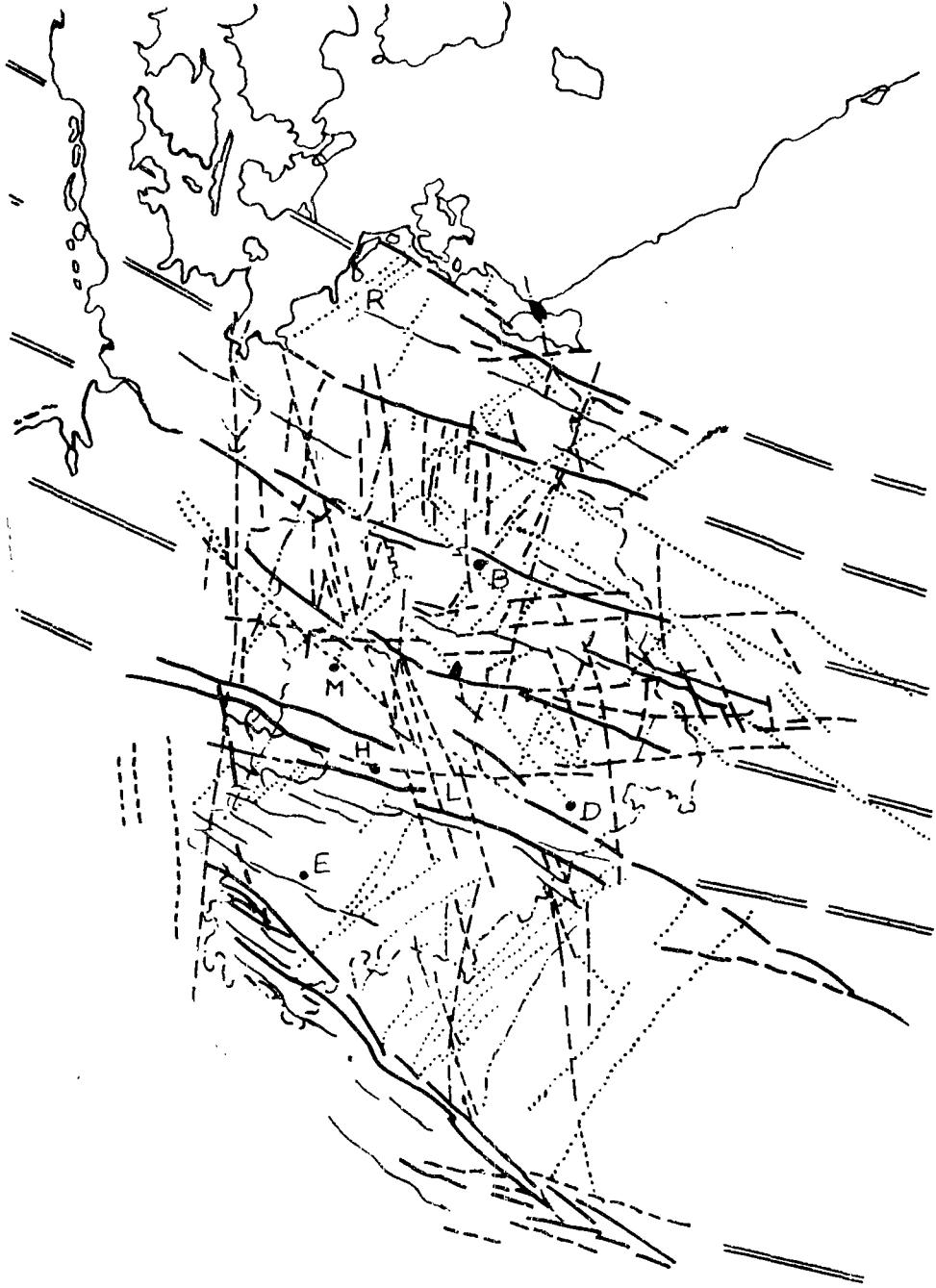
这一推测已由自700km的上空在苏联卫星Meteor 25的舷舱上拍摄的图像的地质分析所证明。图10表示了由明显标线所复盖



图9 德意志民主共和国北部的地质结构。

的欧洲中部正个地区。从基底到地面的德国南部到更新世或更早的复盖物沉积盆地的德国北部我们都可以按这一标线而确定。利用

这些图像可放大，缩小，处理和结合的各种可能性，在对一张 *MKF-6* 航天图像精密分析后可预测不同结构的详情。



(下转42页)

图10 与欧洲中部 *meteor*—图像适应的线条。

一个的 MTF 响应低, 只要另一个高, 平均值就会达到某种水平。不取算术平均值, 就避开了这个问题。这就是说, 一定不要使实际使用起来有问题的镜头, 从数值上看来还是好的。

新评价标准的数值中, 全孔径的要求实际上与旧标准相同。

对于 $f/8$ 的值, 由于和旧标准 $f/5.6$ 的值相同, 这对于在 $f/5.6$ 像质最好的镜头, 要求就比较严。由于轴上像质一般地在 $f/5.6$ 和 $f/8$ 差别不大, 实际使用没有什么问题。

对于轴外来说, 因为多数镜头在比 $f/5.6$ 小的光圈上像质最好, 故可以比旧标准宽。但是, 由于在新测定法中, 由于没有校正焦点移动, 所以, 对于缩小光圈引起的焦点移动大的镜头来说, 轴上、轴外用新标准都比较严。

评价标准的数值, 是适应于现在 JCI 出口检查中合格的、变焦距以外大多数镜头的情况而定的。与出口检查中所有合格镜头相适应的理由是, 仅仅用鉴别力判定像质, 尽管也还满足现在的出口检查标准, 但却存在着对比度低、实际拍照时得不到满意像质的镜头。另外, 对于变焦距镜头, 因为轴外像质差, 满足于这种评价标准的镜头不多。

4. 探 讨

中村求得了我们的旧标准与照相鉴别力

〔上接17页〕

5 结 论

本文只包括在1976年9月从 $RADUGA$ 实验中所获结果的几个例子。我们发现, 依靠 $MKF-6$ 型多光谱相机无论是在卫星的舱上或是飞机的舱上都可拍摄。在摄影测量分析中可使用东德国营蔡司光学仪器厂的正个系统装置。我们建议用辅助设备进行目视判读, 首先应使用国营蔡司光学仪器厂

的对应关系, 与现在 JCI 采用的输出检查法的鉴别力标准相比, 用 MTF 标准的数值高, 特别是轴外, 高出近3倍。

分析这种结果, 有人批评我们提议的评价标准高得不适当。但是, 根据长年出口检查的经验, 我们认为所提议的数值, 是为了得到满意像质的最低限度。

对于变焦距镜头, 有种意见认为, 考虑到这种镜头使用上的方便性, 可以允许像质稍低。我们不赞成这种意见。镜头的像质评价是在幻灯上、印刷品上进行, 不能让拍摄该作品所用镜头种类来左右评价标准。

最近的镜头设计、加工技术和光学材料在日益进步。看看近几年间镜头质量提高的情况, 可以充分预料到, 在不久的将来变焦距镜头的质量必然提高。我们的看法是, 用现在制品像质不好的理由, 把评价标准压低, 这是本末倒置。

文 献

- 1) *H. Kondo, T. Watanabe and H. Yamaoka: Cpt. At. 22(1975)353*
- 2) 中村泰三: *JOERA* 技术资料 12, No.5 (1975) 17.

译自《光学》第5卷 第6号

〔刘端祥 译〕

研制的 $MSP-4$ 型多光谱投影仪。采用这些装置和图像的数字处理的过程能改进判读结果。数字和目视判读方法的结合证明是成功的。

译自 “*Proceedings of an International Conference on Earth Observation from Space and Management of Planetary Resources*”

1978, p17—26

〔谷艳琴 译 孙太东校〕