

遥感技术译文集

第二辑

测绘出版社

7P7-53
1.2

遥感技术译文集

第 二 辑

国家测绘局测绘科学研究所

测 绘 出 版 社

内 容 简 介

遥感技术近年来发展很快,应用领域也在不断扩大。为反映其发展编辑的本专辑是第二辑,共收入遥感技术译文十七篇,它从几个侧面反映了近年来遥感技术取得的进展。内容有遥感图像的几何校正、数字图像处理、自动分类和单要素提取,遥感图像数据用于专题制图,特别是用于制作土地利用图的工艺,以及遥感资料的科学管理等。

本专辑可供遥感工作者、地图制图工作者以及有关的科学研究人员和教学工作者参考。

2012/17

遥 感 技 术 译 文 集

第 二 辑

国家测绘局测绘科学研究所

测绘出版社出版

测绘出版社印刷厂印刷

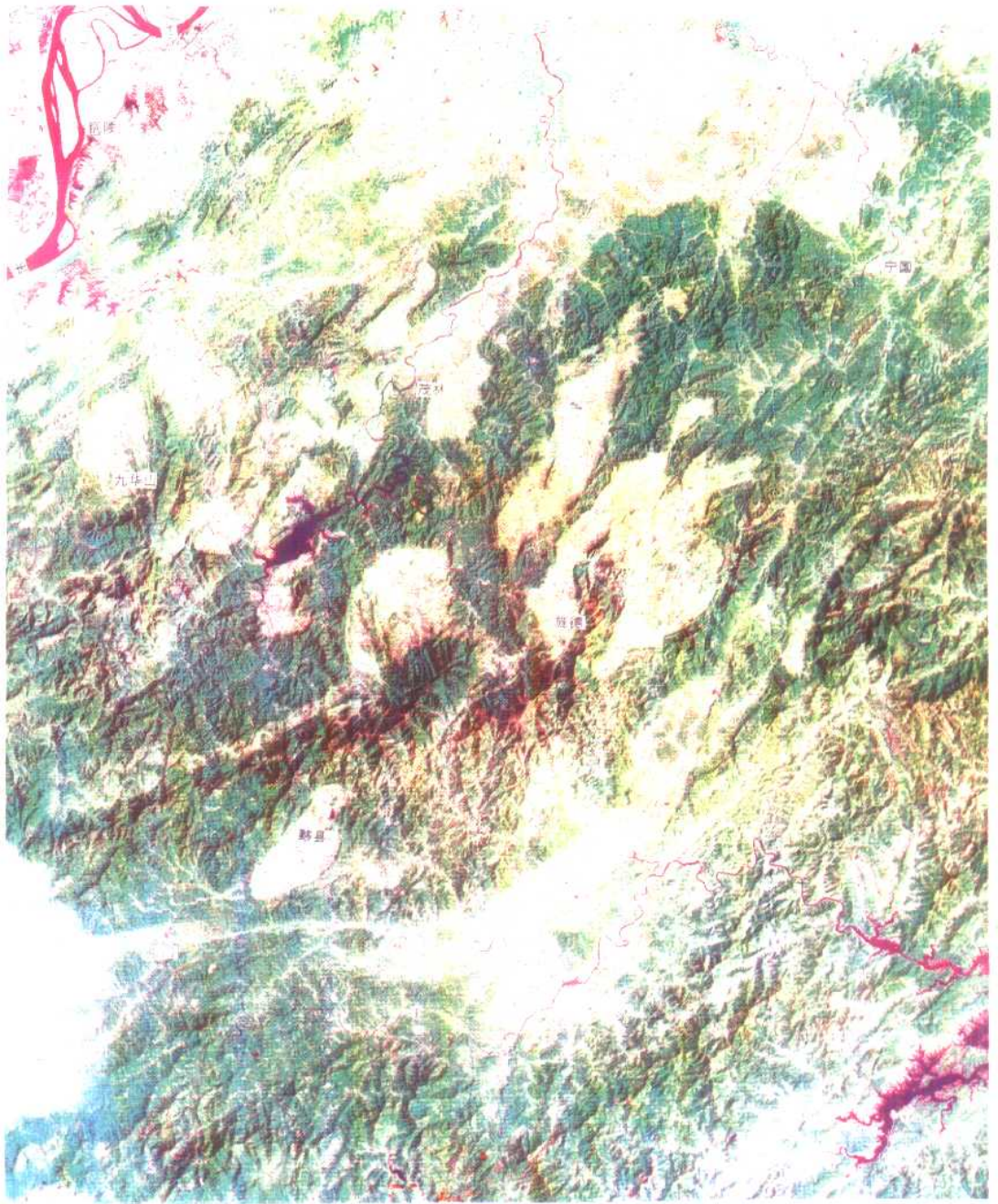
新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

开本 787×1092 1/16·印张 12·字数 277 千字

1983 年 6 月第一版·1983 年 6 月第一次印刷

印数 1—3,000 册·定价 1.25 元

统一书号: 15039·新 247



图版Ⅷ—2

图版说明

图版 IV—1 辽宁锦西红石砬航空多波段比值合成图象 ($\frac{9}{4}R, \frac{7}{8}G, \frac{3}{10}B$)

图版 IV—2 辽宁锦西红石砬航空多波段比值典型变量合成图象

	$\frac{9}{8}$	$\frac{3}{10}$	$\frac{7}{6}$	$\frac{9}{7}$	$\frac{7}{8}$
R	-0.17	-0.78	0.13	-2.76	0.00
G	0.06	1.83	-2.56	0.64	-2.15
B	-0.80	1.35	-1.21	0.43	1.88

图版 V—1 陕西小秦岭陆地卫星—3 MSS7 图象白光放大

图版 V—2 陕西小秦岭卫星图象白光增强—假彩色合成

图版 V—3 陕西小秦岭卫星图象白光处理方向滤波 (增强北西向断裂)

图版 V—4 陕西小秦岭卫星白光处理方向滤波 (增强北东向断裂)

图版 V—5 陕西小秦岭卫星图象等频率彩色编码

图版 VI—1~3 北京市房山附近陆地卫星图象 (MSS5, 512×512 象元) 经过三种不同的反差扩展

1—线性扩展; 2—高斯扩展; 3—拉平扩展

图版 VI—4~7 广西上林附近比值图象 (512×512 象元)

4— $R \frac{5}{4}$; 5— $R \frac{5}{7}$; 6— $R \frac{9}{8}$; 7— $R \frac{7}{6}$

(注: 象片中原注记有误)

图版 VI—8 柴达木盆地干柴沟—油砂山地区假彩色比值合成图象 ($\frac{7}{4}$ —红色, MSS4—绿色, $\frac{9}{8}$ —蓝色)

图版 VI—9~12 柴达木盆地干柴沟地区主组份分析 (KL 变换) 图象 (512×512 象元)

9—第一组分; 10—第二组分; 11—第三组分; 12—第四组分

图版 VI—13 北京市房山附近 (MSS5) 平均梯度图象 (白色=高梯度, 黑色=低梯度)

图版 VI—14~15 柴达木盆地油砂山地区高通滤波图象

14—卷积滤波增强北东向线性体

15—傅氏滤波增强南北向线性体

图版 VII—1 北京地区哈达玛变换图象

图版 VII—2 陕西小秦岭黄龙铺地区全色航片数字化滤波, 在 E W 向和 S N 向交织的背景上增强 NW 向线性体

图版 VIII—1 江苏南部陆地卫星 MSS 彩色合成图象 (解译图见图8—1)

图版 VIII—2 苏浙皖交界地区陆地卫星 MSS 彩色合成图象 (解译图见图8—2)

TP7
7

295104

目 录

1. 遥感方法及其在获取专题数据中的应用.....	(1)
2. 航空像片判读和多谱段分类用于获取土地利用数据.....	(20)
3. 利用卫星图像数据快速制作专题地图.....	(30)
4. 土地利用图精度检验的取样设计.....	(34)
5. 地球资源卫星图像数据的地理校正.....	(40)
6. 利用蔡司立体量测仪对陆地卫星图像进行平面位置校正.....	(50)
7. 陆地卫星图像的几何校正、配准和重新取样.....	(55)
8. 机载多光谱扫描仪几何问题的研究.....	(71)
9. 陆地卫星图像的反差增强.....	(89)
10. 图像自动处理方法评述.....	(93)
11. 加拿大遥感中心的图像分析系统.....	(119)
12. 航空像片与卫星像片合成用于测制地形图.....	(136)
13. SPOT 遥感卫星图像几何质量的评价.....	(146)
14. 陆地卫星-D 的数据获取及其应用计划	(160)
15. 根据空间摄影测绘地形图的发展前景.....	(172)
16. 遥感资料分类与检索系统.....	(181)

1. 遥感方法及其在获取专题数据中的应用

[西德] G.Konecny

一、引言

遥感,就是获取远距离目标的信息,而无需与该目标直接接触。以磁场作为信息载体,利用地物的不同反射特性获取地物信息。

根据遥感一词的广义定义,天文学家、大气物理学家和气象学家、材料科学工作者以及医生也都在谈论遥感问题,研究遥测方法,就没有什么奇怪的了。

自从1858年Oberst Laussedat第一次借助所谓银板照相术从气球上拍摄第一张地面的照片以来,测量界就一直在从事遥感工作。从那时起,像片判读和摄影测量被用于军事侦察、制作地形图、完成特殊任务,以及用于林业、地质和考古学中的专题制图。当然,那时人们还没有谈到遥感这一概念。

用遥感这一概念概括这些方法时,无疑应考虑到密执安大学应用非古典传感器方面的活动,例如热辐射波段范围的传感器,这是众所周知的设备。从1964年密执安学术讨论会起,密执安大学的许多学科都很重视遥感方法的应用。

1972年美国国家宇航局(NASA)第一次把陆地卫星射入地球轨道,在云层覆盖情况允许的条件下,卫星每18天对地球每个点拍摄一次,像元分辨率为80米,从此人们认识到遥感的意义。它是获取地面专题数据的很有潜力的手段。

自1972年以来,世界上几乎所有国家都对利用遥感手段,系统地获取环境数据产生了巨大兴趣。推动遥感方法的发展和遥感数据应用的许多国家,主要是那些在地图制图方面没有进行什么工作或很少进行工作的国家。

这一发展趋势对测量学这一古典学科,特别是对地图制图学和摄影测量学提出了新的要求。因此,有必要从现在起对遥感方法用于获取专题数据的优点进行试验,并将其纳入迄今采用的数据获取方法之中。

看来遥感领域中的技术发展不会停步不前。新型传感器将得到飞速发展,可以预料,八十年代将有許多卫星用于获取数据。

近几年来,德意志联邦共和国也参加了传感技术和空间摄影的研究工作。欧洲空间局正在制订一个适于欧洲需要的地球勘察计划,由联邦政府投资。

因此,现在提出研究遥感对德意志联邦共和国的有益方面是很重要的。1975年至1977年,联邦政府为执行地球科学的航空勘测计划进行了投资。计划的执行,由西德航空与宇航研究所与各机关和学科的应用组协作承担。在五个试验区(布赫特、亚德布森、法兰克福、弗赖堡和阿尔卑斯山小块地带)进行试验,除海洋学家,海岸建设工程师和海

洋生物学家, 规划设计人员, 林业、农业、水文、地质等学科的专家外, 还有摄影测量工作者也参加了, 以便从德国的角度阐明应用遥感技术是否有意义的问题, 回答是肯定的。特别是成功地找到了未来应用的重点, 并指出了需要进一步研究的问题^[1]。

下面首先介绍遥感方法的基本概念, 以便根据遥感实例详细阐述用遥感方法获取专题数据的问题。

二、遥感方法

2.1 辐射

由于磁场的存在, 便可以进行遥感。在空气介质中和在真空中, 电磁辐射具有极好的穿透性能。介质(如水)密度大时机械振荡(如声波)有较好的传播条件。

在电磁辐射光谱范围内, 有利的是可以利用自然提供的辐射体, 即可见光范围的太阳和热红外范围的地球。因而, 在能穿透大气层的光谱范围内, 可被动地获取自然存在的和由物体反射的辐射(图1)。

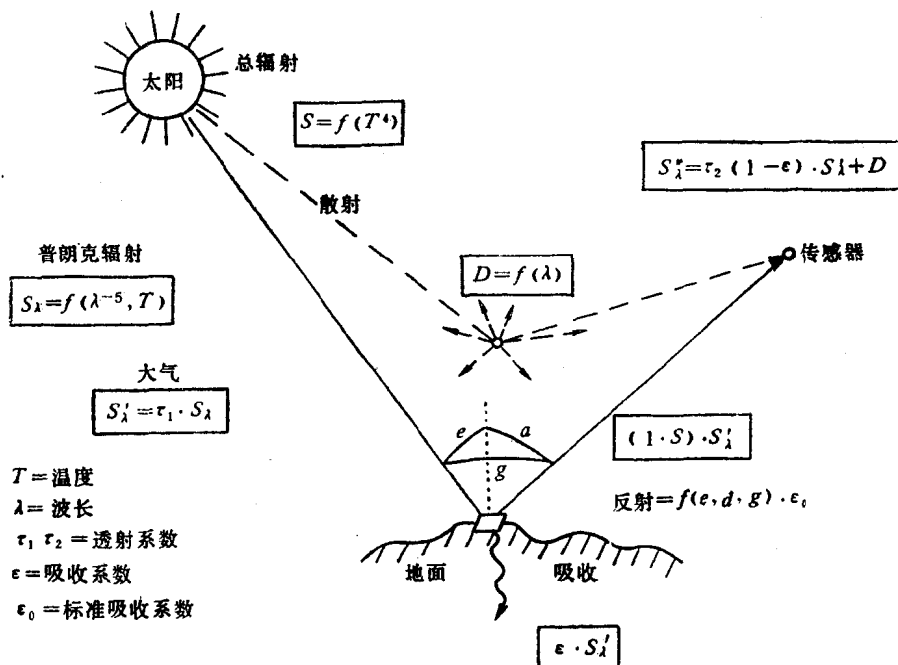


图 1 辐射特性

在自然辐射很少的微波范围内, 主要使用主动传感器例如雷达, 以射束发射能量, 并由物体反射回到发射天线。

区别物体的特性基于这一事实, 即不同物质具有不同的反射特性。

被辐射源(太阳、地球和雷达天线)辐射的物体, 只能反射一部分辐射。其余部分被吸收并转换成较低能量(如长波)的辐射。

对于入射辐射的反射特性, 即所谓反射度, 一定物体是有其一定特征的。无疑, 反射度适用于每一物体, 此外还取决于辐射的入射角和反射角, 并与表面的法线有关。

干扰效应使一定的大气分子产生散射，由于不能掌握重要的大气参数，所以遥感作为绝对的辐射测定方法还存在着问题。

与此相反，长期以来一直采用测定反差的相对辐射测定法，这是摄影学所熟知的。物体的反差是通过把两个物体辐射的差值除以其总和而确定的，在图像中，问题在于要再现这种反差。图像反差和物体反差的关系是反差转换，它可作为反差频率的函数，用于评价遥感系统的分辨率。

一个物体除波长范围不同以外，其反射度也会有变化。目前，人们把光谱的反射差称为物体染色(Objekt-färbung)。遥感的任务还有一项是要研究取决于光谱辐射分布的物体反差，以便辨认物体。例如，清水在蓝色光谱区具有最大的辐射，浊水则在红色光谱区产生最大辐射(参见图2)。

就特定物体而言，可借助光谱辐射计测定反射度的光谱分布。因而，在可见光(如绿色)范围内确定其区别之前，便可在一定谱段内(如近红

外)给出光谱辐射反差，从而能将健康的叶绿素增长的植物从有病的叶绿素缺少的植物中区别出来。或在红外谱段中区别土壤湿度。在各种条件下，光谱辐射计都是获取地物特征的最重要的遥感仪器。特别是可用光谱辐射计确定每一波长范围，用于特定地物的成像。

遗憾的是研究费用很高，以致部分基础研究拖延多年。

目前已经有了有效的传感器，即使对辐射理论不甚了解的人也可以使用，因为人们缺少环境信息，需要用其来获取。为了达到最终目的，获取地物的信息，可分为下列步骤(图3)：

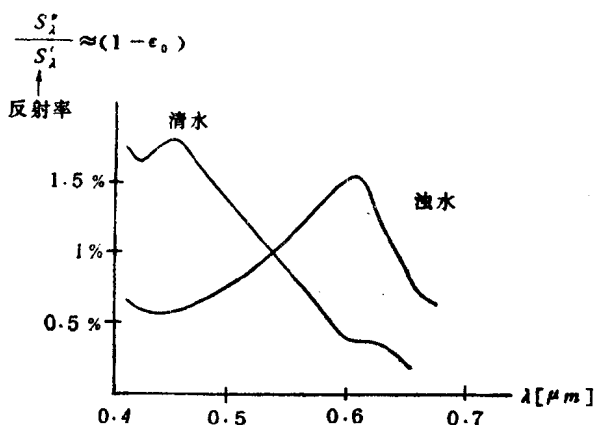


图 2 两种水的光谱辐射特征

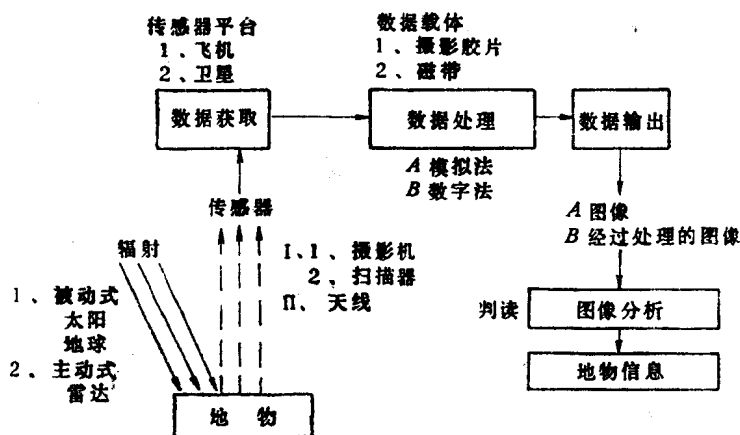


图 3 遥感过程

1. 通过遥感平台、传感器和数据载体进行数据获取；
2. 用模拟法或数字法完成数据处理；
3. 数据输出，即提供经过处理的可判读的图像；
4. 图像分析，是从经过处理的图像到获得地物信息的桥梁。

2.2 数据获取

数据获取要求选择相应的传感器。

2.2.1 传感器

典型的传感器是连续拍照的航空摄影机，用全色胶片拍摄航空像片，能显示出地形碎部，通过摄影测量方法测制成地图。

用连续摄影机使用彩色胶片拍摄的像片具有丰富的信息，可用于各种地物的判读。彩色胶片具有三层，分别对蓝、绿、红光敏感，冲洗时被染成相应颜色。

红外假彩色胶片同样也有三个感光层，分别对绿、红和红外光感光，但是染色为蓝、绿、红色。这种胶片适用于像片判读，例如用于辨认沉积、污染水体的界限和区别健康的和有病的树木。

通过带有不同滤光片的三个镜头，在全色黑白胶片上曝光，便能用其合成彩色像片。滤光片只允许蓝、绿或红光通过。将这三张黑白像片以蓝、绿、红光投影便产生彩色图像。采用其它色滤光片则产生假彩色图像。

当然，多谱段摄影要求采用专门的多镜头摄影机。

较简单的方法是借助扫描器获得多谱段图像。地物的能量由反光镜和分光棱镜反射给一系列半导体探测元件，并在一定频率范围内由滤光片接收(图4)。

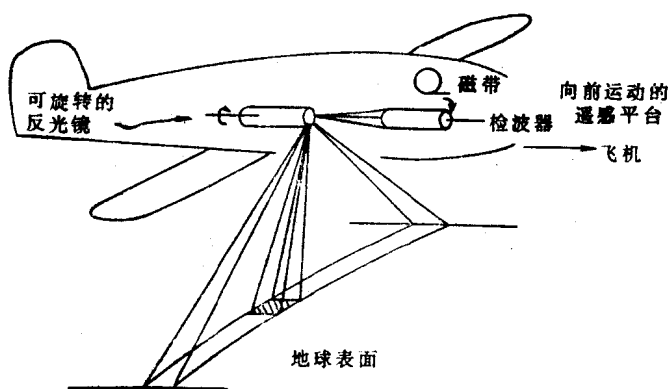


图4 扫描仪工作原理

扫描仪的优点主要在于它能获取用摄影方法不能达到的波长范围，即8~14微米的热辐射区。

扫描仪的缺点是不能同时获取二维图像。传感器平台向前移动时，由一条挨一条的扫描线构成图像。

此外，多谱段扫描仪能同时记录从蓝、绿、红到热红外等11个光谱段范围。关于多谱段扫描仪，最新研究一种半导体探测器线状单元与光学透镜系统相结合的新型传感器。

其原理是航空摄影机的胶片被大约 1700 个单元的线状探测器所代替^[2]。这种图像的畸变很小。这种结构的传感器价格要比扫描仪便宜。

微波范围的主动式传感器,其能量是以雷达脉冲的形式发射的,最近侧视雷达在民用中也得到了应用。利用这种传感器时,地面各点以时序反射窄束发射脉冲。反射结果作为不同黑度的线性图像被接收。与扫描仪相同,雷达图像也是随着遥感平台向前移动而产生的^[3]。

将各种传感器互相比较可以看出,对于许多任务来说,传统的航空像片仍然是理想的传感器,在航空摄影方面,已经有了完善的摄影和摄影处理技术。获取和存储一张像幅为 23×23 厘米、分辨率为每毫米 20 线对的航空像片,需要能存储 10^8 像元和 10^9 位的信息存储量,而用目前的技术生产的扫描图像,其信息量为 10^6 像元或 10^7 位。

数字化器系统的优点在于能将光谱分成许多窄通道,直至热红外区。

常被云层覆盖的欧洲国家,期望发展雷达系统。但是,根据距离的远近,民用雷达系统的分辨率限制为 20 米,军用雷达可达到 3 米。因此,雷达图像只能用于制作小比例尺地图。由于军事上的限制,在德国几乎没有一个地球科学家看到过德国地区的雷达图像,还缺少解译这种图像的经验。

2.2.2 遥感平台

可以应用的遥感平台有两种:飞机和卫星。按飞机的种类,最低航高为 100 米,最高可达 5~10 公里或 15 公里。

卫星的最低轨道高度为 250~500 公里。

各种传感器所达到的角分辨率是另一种与地面有关的可达到的分辨率的限制因素。就大的像场角而言,例如超过 50° ,摄影传感器可达到数字像元的 0.03 毫弧度的角分辨率。与此相反,目前扫描仪在光学范围内只能分辨 0.05 毫弧度的小像场角(如 5°)。在热红外波段内,扫描器的分辨率要降低几倍。像场角大时,也只能达到 2 毫弧度的分辨率。

由于飞机运动造成的模糊,航高较低时拍摄的航空像片分辨率限制在几厘米范围内。甚至在热红外谱段内用扫描仪也能获得 30 厘米的像元。航高低只意味着飞行费用大,但对分辨率没有限制。只是在使用雷达图像时,由于民用分辨率限制在 20 米,因而不应采用较低航高获取雷达图像。

至于卫星像片,采用目前的摄影系统,摄影分辨率最多可达到 20 米,相当于 7 米的数字像元。1981 年发射的第一个欧洲空间实验室,将采用蔡司 RMK30/20 型航空摄影机拍摄像片。目前正由布莱梅的 ERNO 公司制造空间实验室,将使用美国国家宇航局的航天飞机系统作为运载工具^[4]。空间实验室拍摄的像片,就分辨率而言,与苏联的“联盟”号空间实验室用东德多谱段摄影机拍摄的像片和美国 Itek 公司的大像幅摄影机拍摄的像片一样,应是迄今为止从空间提供的最好的图像资料^{[5], [6]}。美国的天空实验室拍摄的像片分辨率已达到 35 米左右。通过航天飞机将装备有专门摄影机的自由飞行卫星射入轨道,拍摄完几万张像片后可返回地面。八十年代中期可达到几米的分辨率。

众所周知,陆地卫星 1 号拍摄的图像(图 5),其像元为 80×80 米。有四个通道可用于合成红外假彩色图像。



图 5 德国北部沿海地区的陆地卫星图像示例

1978 年发射的陆地卫星 3 号在全色通道中其像元为 40 米。由于数据传输技术在传输率方面还存在问题，目前要进一步提高分辨率还受到限制。

这种卫星图像的最大优点是每 18 天能获得一次全球范围的数据。然而能直接接收图像的地面接收站很少。在欧洲是意大利的 Fucino 地面接收站，已被纳入欧洲空间局的地面接收站系统。偏僻地区的图像可以通过美国的图象磁带获得。

2.2.3 数据载体

虽然胶片作为数据载体具有最高的信息密度。但是模拟载体和数字载体的磁带，则具有直接应用卫星发射数据和接收数据的优点，有利于数字处理，并且信息损失少。

2.3 数据处理

像片经过冲洗和晒印后，可直接用于地形资料和专题资料的判读。各学科的像片判读技术和地形测图中的摄影测量技术是人们所熟知的，无需详述。

这里着重介绍一种专门方法，能将像片中现有灰度值信息通过简单复制，以较好的方式提供给判读人员。但是模拟处理摄影记录的灰度值信息受到限制。

通过选择不同的复制材料和曝光时间，可使灰度值范围产生线性变化。

通过应用不清晰掩模或利用电子反差增强晒像机（如 log Etronics 型）可进行高通滤波。

通过把不同灰度值范围复制和染色在 Agfacontour 等密度胶片上以实现灰度值的非线性

性变化。这种方法既繁琐又很费时间。

借助图像分析器,可使灰度值范围的非线性变化快速染色。用电视摄像机对图像进行扫描,将其调节为非线性变化的灰度值,并以八种颜色再现为彩色图像(图6)。这种图像分析器,若具有相应的图像存储能力,除合成三种通道的彩色图像外,还能合成电视彩色图像或电视假彩色图像,并可进行简单的图像处理,如两幅图像的加、减、乘、除。

数字方法为图像处理提供了广泛的可能性。Optronics P-1700 型数字图像输入输出机是一种能把模拟图像数据转换为数字形式以及由数字形式转换为模拟图像的全能仪器(图7)。它有二个旋转滚筒,可在 256 个灰度值中,以 $12.5\mu\text{m}$ 、 $25\mu\text{m}$ 、 $50\mu\text{m}$ 或 $100\mu\text{m}$ 的增量,将一张 23×23 厘米的图像数字化,或以 64 个灰阶模拟再现一张图像。

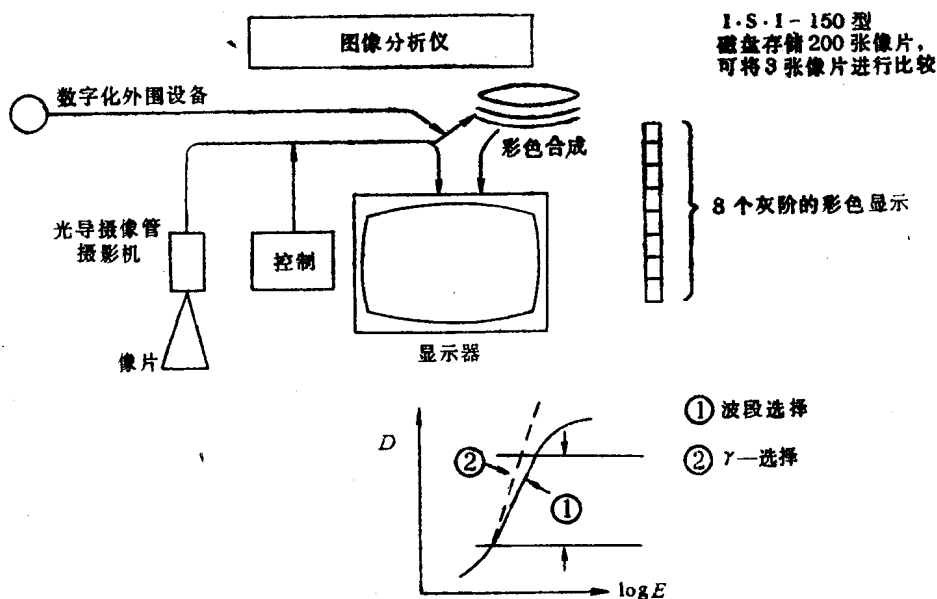


图 6 I.S.I-150 型图像分析仪的工作原理

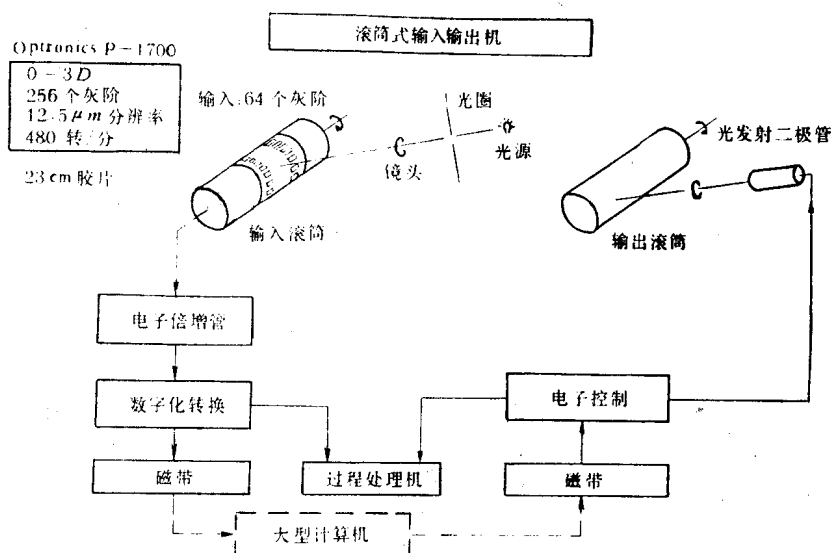
Optronics P-1700 型数字图像输入输出机 连结一台过程处理机,用于进行有限的联机图像处理。当然,最好的方法是只用该仪器输入或输出磁带。这样就能以适宜方式在大型计算机上进行脱机数据处理。

如果象多数卫星图像那样,图像数据已经记录在磁带上,那么就只需要利用该仪器进行输出。

除了数字化任务和将来所需要的数据压缩任务之外,航空像片和卫星图像的数字图像处理分为下列几方面:

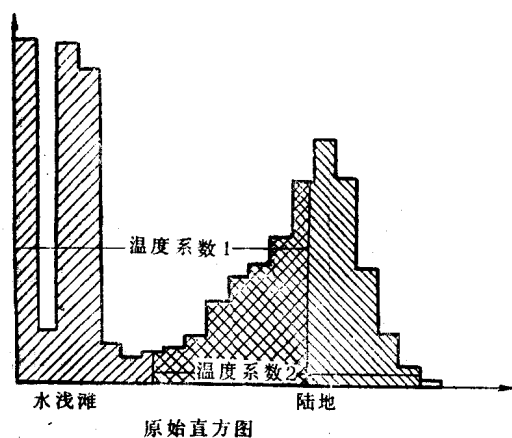
1. 辐射校正;
2. 为提高图像反差进行图像密度处理;
3. 几何校正;
4. 按光谱特征或结构特征进行地物分类。

可根据入射角和观测角,按照理论地物模型计算辐射校正,并通过灰度值变化加到每



个像元中。

把输入图像值简单地转换为线性的、指数的和对数的输出图像值，转换为按等密度或线性直方图计算的输出图像值，便能提高图像反差。



德国海湾地区的卫星图像,显示了这种简单的图像处理的效果。图 5 所示图像的灰度值以直方图形式表示出其频率分布(图 8)。利用该灰度值范围表示陆地,效果最好(图 9),或用于区别陆地、浅滩和水域(图 10)。考虑到水涯线受潮汐影响,图 10 的图像处理只能用于发现同年所制的滨海浅水区海图中的不一致情况。

总之，仅处理海洋部分是可能的（图11）。

从某一专门方面看, 顾及像元相邻关系的滤波法, 可用于局部反差的减少或增

强，或用于揭示线状构造和图像边缘，此时灰度值的变化依据现有的灰度梯度。

Wangerooze 海岸地区 (图 12) 的航空像片表示了这种灰度值变化的效果。

图 13 是由灰度梯度获得的线划要素。数字富里叶滤波为在富里叶平面中突出线性表示的反差频率系列, 为找出方向依赖性 or 排除由于依赖方向而引起的干扰提供了广泛的可能性。但是由于计算费用高, 富里叶滤波不得不仅限于单张图像的分析。



图 9 陆地部分最佳灰度值

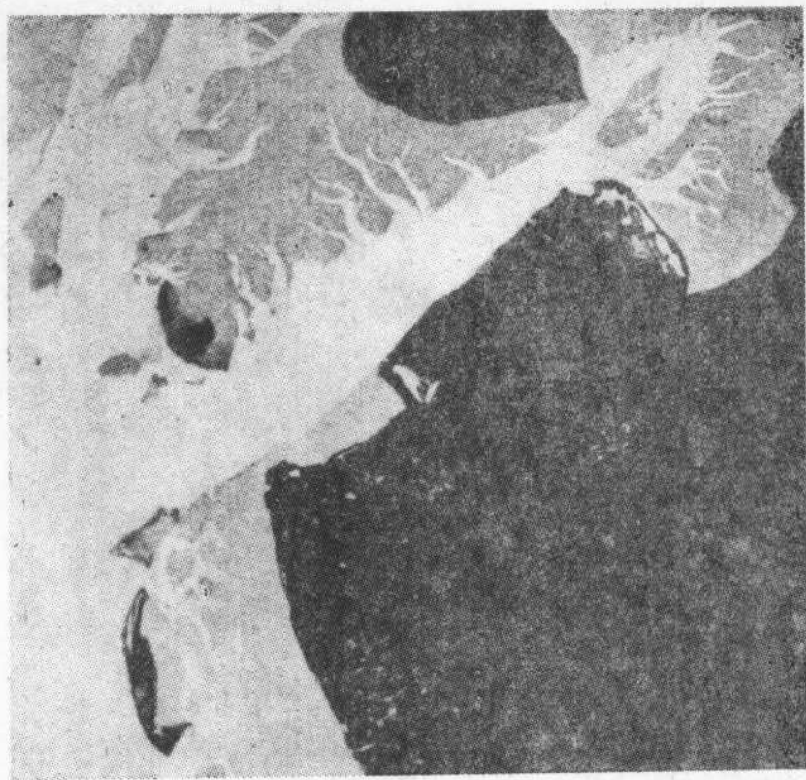


图 10 陆地、水域和浅滩的等密度再现

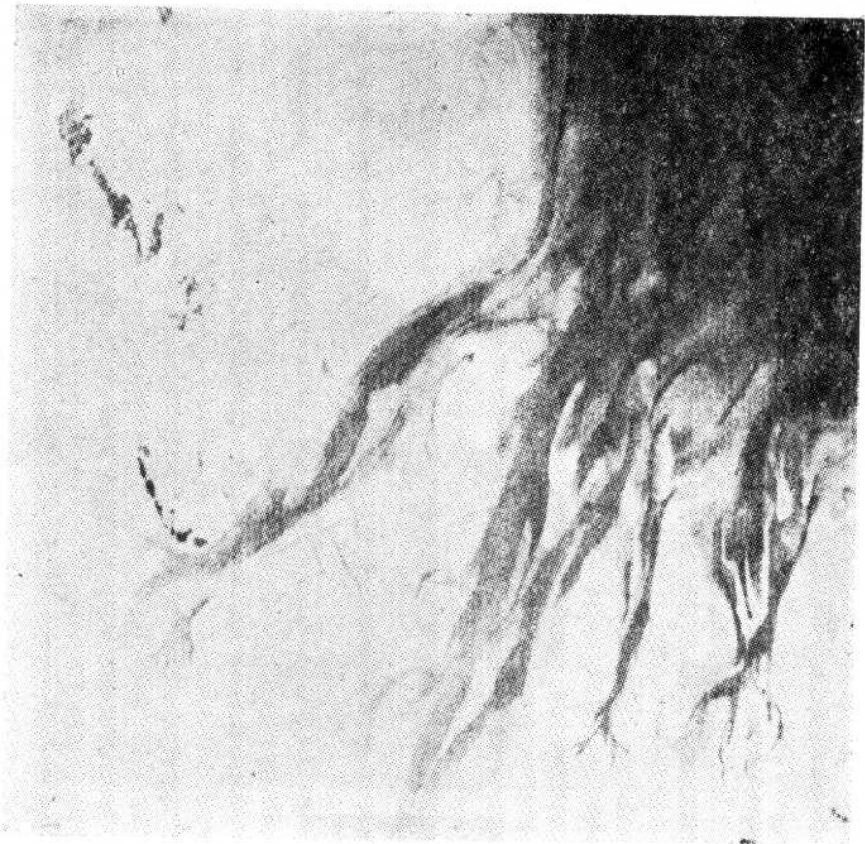


图 11 水域的最佳灰度再现

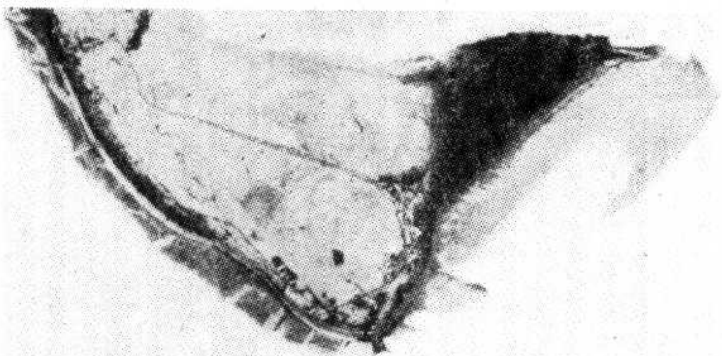


图 12 Wangerrooge 海岸地区的航空像片

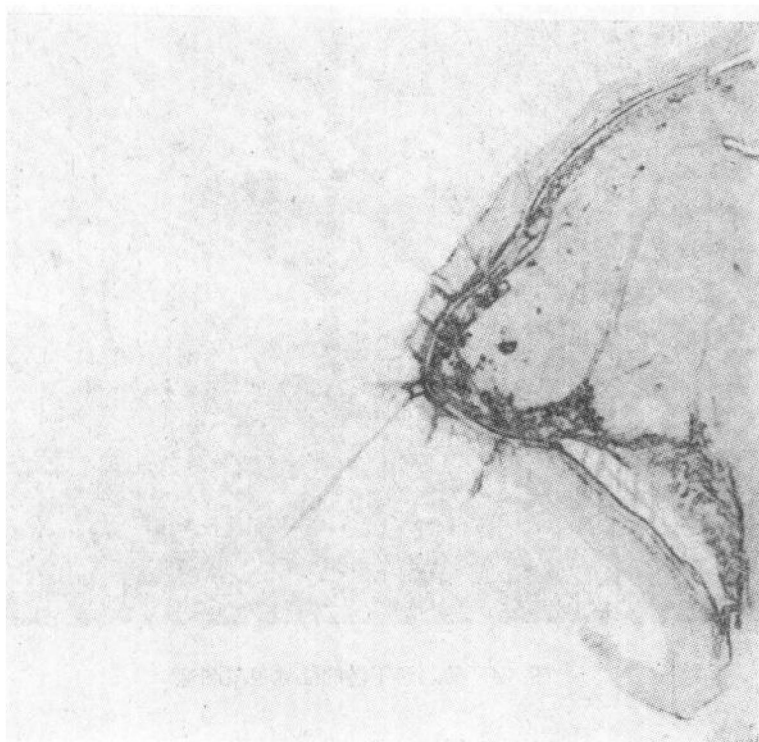


图 13 根据图 12 的图象抽出的轮廓边缘

显然，在图像处理研究中，摄影测量工作者的重点是研究图像的几何处理。其任务是研究单传感器的校正模型，通过换算减少现有的像片畸变。一张陆地卫星像片的畸变大于 100 米。通过相应的数学模型，可使卫星图像上的大量扫描线缝隙小于一个像元。

在从飞机上获取的扫描图像上，由于地面高差和飞机平台运动产生较大的扫描线缝隙，虽然可借助用摄影测量方法建立的数字地面模型，或根据地图建立的数字地面模型来减少一部分，但是通过数学模型校正后，残余的扫描线缝隙仍包括许多个像元。

建立几何校正的模型后，单张像片的灰度值必须变换为预先确定的输出像元。这个过程叫做数字校正。

这里表示的是易北河下游陆地卫星像片的校正情况，图 14 再现了变形的情况。

进行校正（图 15）时需要有坐标格网，同时可进行反差增强。

图 16 和图 17 所示为校正变形较大的扫描图像的情况。

归根结底，可借助数字地面模型用数字方法制作正射像片。图 18 所示为数字输出的正射航空像片。图 19 为同一张正射航空像片的数字输出，但同时抽出角点和边缘。

图像几何处理的这些实例说明，其校正参数须首先通过量测未知坐标的控制点求得。

用导航系统和惯性系统记录定向参数时，控制点可大大减少。

另一组图像处理是地物的多谱段分类，近似于对像片内容进行自动化预判读（Vorinterpretation）。