



联合国 大 会



Distr.
GENERAL

A/AC.105/529
15 January 1993
CHINESE
ORIGINAL: ENGLISH

和平利用外层空间委员会

由联合国/欧洲空间局与绘测遥感服务区域中心
合作举办的遥感系统应用于水利和农业气象培训班

(1992年10月12日至30日,内罗毕)

目 录

	段 次	页 次
导 言	1 - 7	3
A. 强调背景和目标	1 - 4	3
B. 组织情况和方案	5 - 7	3
一、培训班概述	8 - 77	4
A. 导言和强调培训班的规模	8 - 13	4
B. 遥感基本原理	14 - 31	5
C. 雷达概念	32 - 38	9
D. 遥感雷达数据的来源	39 - 45	11
E. 数字图像处理和分析	46 - 49	13
F. 遥感的应用	50 - 60	14
G. 图象分析硬件和软件	61 - 63	16

目 录

	<u>段 次</u>	<u>页 次</u>
H. 地理资料系统	64 - 69	17
I. 气象卫星的特性和在粮食安全和环境监测预报 系统方面的应用	70 - 77	19
二、课程的评价	78 - 79	20
附件：课程大纲		21

导 言

A. 强调背景和目标

1. 大会第三十七届会议1982年12月10日第37/90号决议核准第二次联合国探索及和平利用外层空间会议(1982年外空会议)的各项建议,并决定联合国空间应用方案应举办关于先进空间科学应用和新系统发展情况的培训班,为会员国特别是发展中国家谋福利。

2. 由联合国/欧洲空间局举办的遥感系统应用于水利和农业气象培训班就是经大会1991年12月9日第46/45号决议核准的由联合国空间应用方案进行的活动之一。该培训班是在同绘测遥感服务区域中心(绘测遥感中心)合作下,由绘测遥感中心于1992年10月12日至30日在内罗毕主持举办的,学员来自非洲经济委员会(非洲经委会)区域和西亚经济社会委员会(西亚经社会)区域。

3. 该培训班的目标是就目前和将来的可见光、红外线和微波遥感系统的各个方面,包括这些系统所产生的数据的获取、处理、判读、应用和存档及其应用于水利和农业气象等问题,向学员进行培训和提供实际的亲身经验。

4. 本报告是为委员会及其科学和技术小组委员会编写的.它叙述培训班的背景、目标和组织情况,并概述授课情况。学员将各自向其国家的有关当局汇报。

B. 组织情况和方案

5. 学员都是一些专业人士和专家,他们在农业经济、气象、水利、森林、农业气象和遥感方面都有多年经验。共同举办者一起从下列6个国家挑选出12名学员和5名观察员:博茨瓦纳、约旦、肯尼亚、尼日利亚、阿曼和坦桑尼亚联合共和国,由加拿大、法国、大不列颠及北爱尔兰联合王国、联合国粮食及农业组织、欧洲空间局、绘测遥感中心和联合国(外层空间事务处)的专家授课。

6. 联合国和欧洲空间局为举办该培训班而拨出的经费用来支付非洲经委会和

西亚经社会区域的6名学员的国际机票和每日生活津贴。绘测遥感中心为培训班提供课室，试验室设施和消耗品。

7. Maurizio Fea 先生代表欧洲空间局和Adigun Ade Abioudun先生代表联合国致开幕词。Harvey Croze 先生代表联合国环境规划署作基调发言。

一、培训班概述

A. 导言和强调培训班的规模

8. 全世界的生态问题比以前任何时候都严重，迫切需要采取行动。大家对这个问题的认识已有所提高，现在很清楚必须确定优先次序，因为这个问题一方面非常庞大而复杂，另一方面解决它们的方法又很有限。在这个背景下，全球生态趋势极为重要，因为它们可能影响到人类的生命。为了确保有生命力的和可持续的发展，必须投入必要的能力，包括获取有关的资料和数据以便作出决定、建立国家能力以及建立促进可持续发展的科学。

9. 遥感是从远距离观察地球的科学，它将提供许多必要的资料，以便决定要采取什么行动来保护环境以及管理地球的资源，确保子孙后代的幸福。自然地，卫星将是获取这些资料的主要来源。将发挥领导作用的三种主要卫星是目前的光学或热学地球观测卫星以及最近发射的第一个雷达卫星。

10. 为了继续不断地监测地球的资源，人类从在各种空间遥感平台上安装第一代的消极传感系统进步到利用高分辨率的摄影机和扫描器，以及今天发展到利用微波传感系统。今天，雷达数据应用上的发展是遥感界的最高优先项目。有了雷达以后，用卫星对地球环境进行监测和监督的工作提高到新的阶段，因为它保证能在可预测的定期内收集全球数据。

11. 今天，不仅在遥感系统本身取得一些进步，而且用来分析从这些系统获得的数据并从中获取资料的电脑硬件和软件方面也取得一些进步。随着新的地球观测卫星特别是雷达卫星的发射和投入使用，所获得的数据的数量和种类越来越多。雷达

卫星可对经常有云的地区进行监测,提供有关数据,这些地区过去是不可能进行监测的。这些微波数据和用地理信息系统在电磁波谱的可见光和红外线部分获取的数据,是一项强有力的工具,可用来监测、管理和保护地球的自然资源和环境。

12. 因此,这个培训班的目标是向学员提供基本知识,办法是进行遥感系统(可见光、红外线和微波)方面的培训和实际训练,应用这些系统取得的数据,以及处理这些数据以便随后用于水利和农业气象,特别是在他们各自的国家。重点放在遥感包括可见光、红外线和雷达成象系统的基本原理,目前和将来的地球观测和气象空间系统,合成孔径雷达数据的获取和处理的一般原理,雷达图象的形成和判读,对卫星数据的数字分析,使用遥感技术来侦察对农业气象和水利都很重要的过程,以及实际应用于水利、农业、森林和土地使用。

13. 用来进行遥感的雷达可分为三类:测高仪,散射仪和成象雷达。测高仪专门用来确定一个物体的高度,例如卫星离地面的高度;它们通常用来确定陆地和海洋的地形。散射仪用来确定海面的风速,或作为数据帮助分析其他雷达数据。成象雷达可对所观察的景物进行图片式描述,主要用于自然资源勘测和环境监测。培训班的微波课程重点主要放在成象雷达及其数据的分析和判读上。

B. 遥感基本原理

14. 发展遥感应用需要有遥感科学原理方面的知识,包括电磁辐射在大气中的传播,辐射与物质的相互作用,用传感器侦查辐射和以照片形式或电脑化形式来产生图象等知识。传感器本身分类为成象传感器和非成象传感器,取决于传感数据是否可以转换为关于所观察的景物的地图式图象。传感系统也分类为积极系统和消极系统,取决于它们是否有自己的辐射来源,例如雷达,还是使用自然辐射,例如照相系统。

15. 机载摄影机仍然很常使用遥感系统。空中照相有许多好处,包括几何精度;立体地形资料;图象比例和覆盖面积可大可小取决于飞行高度和摄影机的焦距;对于

一些光谱波段，胶片过滤器可有多种组合；在获取和判读图象方面有既定的程序；有许多经验丰富的照片判读员和航空摄影测量制图员；灵活性大，可在任意时间和地点获取图象。

16. 照相系统对电磁波谱的可见光部分以及紫外线部分和近红外区很敏感。由于波长较短的辐射在大气中散射较厉害，造成图象模糊，因此在遥感系统中紫外线波段不常使用，兰色也往往让位于近红外辐射。因此，遥感彩色照相经常使用的三个波段是绿、红和红外波段。照相光谱波段的选择是由拟研究的物体的光谱特征来决定，靠胶片和过滤器的选择来完成。例如，彩色红外胶片（带有过滤器以消除兰光）是用来研究植被情况，因为绿叶在近红外区反射很强，而且这种反射对植被类型和条件很敏感。

换页。

17. 从空中照相或空间照相获取的资料一般用来制成地图或转移到地图。办法是用透明塑料膜覆盖在照片上映描各项地理特征，或者将片上的各项地理特征与地图上的相应地理特征进行视觉比较，并徒手地转移资料，或者利用设备以光或数字方式将照片图象叠印在地图上。

18. 照片判读涉及辨别和评价照片上被认为对一些应用很重要的地理特征。辨别和评价工作所依据的照片元素是照片上各种地理特征的大小、形状、色调、结构、形式、阴影、地点以及它们的结合。

19. 卫星图象的视觉判读是空中照片判读的延伸，其主要差别是卫星图象尺度较大和缺乏立体感（一些地理观测实验卫星数据除外），使地理特征较难辨认。在小尺度空中照相中，未经训练的观察者可辨认许多共同特征，例如树、庄稼、建筑物、公路和动物，但是，这些特征在卫星图象中一般很小，以致看不出来，未经训练的观察者很少能可靠地判读较大的特征。往往需要从看来很抽象的结构、型式和结合中获取资料。因此，卫星图象判读往往需要较多的理论，比照片判读更为专门。卫星数据的重复性质在判读方面往往很有用，因为不同季节或年的图象显示出变化，表明该地

区的自然性质。

20. 使用传感系统在每一个可以使用的光谱波段上收集的资料可以数字方式转换为图象形式。然后该图象可用黑白表示，加上深浅不同的灰色或深浅不同的色彩。对于每一波段，色调或色彩绝度同物体(目标)在所观察的表面上反射的、发射的或后向散射的辐射量成比例，如每一光谱波段派定一种原色(兰、绿或红)，将两个或三个波段重叠起来，这样形成的组合图象将包含许多颜色，其中每一种颜色是与地面物体相应的各种原色相叠的视觉效果。如果知道各种目标(例如水、植被、土壤)在传感系统收集资料所采用的光谱波段的光谱性质，派给每一波段的原色以及颜色理论，就可对出现在图象中的大多数物体进行第一级的定性辨别。对于许多应用来说，这项分类的精度和水平已足够。

21. 由于灰色或表示图象的数字值是对传感器接收的辐射量的一种度量，用户可进行定性或定量辐射测量或同时进行这两种测量。为了对图象进行准确的分析和判读，用户就必须对图象形成所涉及的物理过程有透彻的了解。这意味着要熟悉辐射测量的两项基本原则：(a) 波状现象叠加原则的有效性；以及(b) 传感器在所用光谱波段对辐射的反应的直线性。

22. 在业务工作中使用遥感有一项限制因素，那就是在最适宜对地理特征进行区别的时间期限内缺乏数据，特别是对于具体应用。多云条件也会限制数据的获取，从而影响到对土地使用所采取的多时间办法。在某种程度上，地球观测实验卫星的非天底观看能力，以及将其数据同陆地卫星专题成象仪的数据结合使用，可减少这些限制因素。但是，在多云的热带地区，微波辐射穿透云层和细雨的能力可用来制成雷达图象，这对发展中国家特别有用。

23. 有了微波遥感技术，不论在晴朗还是有云的情况下，都可日夜进行观察。这是因为微波遥感系统提供自己的辐射来源(即无须依赖太阳)，而且微波辐射在电磁波谱的0.3千兆赫部分(以波长计算在1米到1毫米之间)，可穿透云层和细雨。

24. 虽然雷达系统通常由它所使用的频率区间来确定，但是有时也以它所使用

的波长来称呼。这样做的原因是，初次接触雷达技术的人通常对电磁辐射的波长概念比较熟悉。但是，频率在电磁辐射中是更为基本的性质，因为当它通过密度不同的介质时，虽然它的波长和速度会变，但是它的频率却保持不变。如要传递信息，只要改变载波的振幅(调幅)，就可调制特定波长的载波。另一个办法是调制频率(调频)；调频比较不受干扰，常用来传递高质量信号。

25. 微波传感器可类分为消极系统和积极系统。消极系统度量地面特征发射的或太阳发射出来但经地面反射的微波辐射。积极系统“照明”所观察的地区并度量地面特征所反射的辐射的强度、相位和时间延迟。

26. 微波辐射同地面物体的相互作用在很大程度上依赖物体的电子性质和地面相对于入射辐射波长的粗度。物体的电子性质由其介质系数决定，对含水量高度敏感。因此，分析回波信号便可提供有关物体性质的资料，其相对大小，分布情况和湿度。

27. 雷达图象可通过飞机或卫星获得。不论在哪一种情况下，都是从一个角度将微波脉冲传递出去，然后度量每一回波脉冲的强度和时间延迟，从而获取图象。第一个回波脉冲对应于其在传感系统方向的预测距离为最短的物体。一般说来，这个脉冲对应于最靠近飞行路迹的物体。由于入射脉冲和物体的高度之间的几何关系，物体上方在传感系统方向的预测距离比其相应的地面投影点的距离短。这个效应称为用透视法缩小绘测效应，它使高凸地带在图象上看来是堕向雷达。在图象上，用透视法缩小绘测效应使坡地变得延长，而且颜色较黑。这个效应可以参照数字地形图来纠正。

28. 用透视法缩小绘测效应可以变得很严重，以致山顶看来比山脚更靠近飞行路迹。这个效应称为图象折叠，不能纠正。其他图象衰退包括斑点效应，它显示为图象上的噪音，并与系统的频率相干性有关，以及由于物体相对于传感系统或雷达视场内的其他物体的运动而引起的若干效应。

29. 由于在飞机或卫星正下面的物体之间的距离很小，相应的回波信号在电子

仪器上往往分辨不出来。出于这个原因,所设计的机载雷达是在飞机一旁从一定的距离对物体进行扫描,这种雷达称为机载侧视雷达。

30. 从雷达系统获得的空间分辨率与传感器平台的高度无关,而随着传送和接收微波脉冲的天线的长度而增加。有一种技术称为合成孔径雷达,它对传送的长脉冲进行线性调频,以便模拟一连串的短脉冲。研制这种雷达的目的是使卫星天线缩小到合理的范围。这项技术利用反射脉冲由于平台移动而造成的多普勒频移以及经调整的数据处理,以模拟长得得多的天线。结果是获得较高的分辨率,它只受天线所能传送的能量的限制。

31. 微波谱可分为各个波段,每一个波段由一个字母表示,并由特定频率确定如下:

<u>波段名</u>	<u>波段限度(千兆赫)</u>	<u>波段名</u>	<u>波段限度(千兆赫)</u>
P-波段	0.225-0.390	K-波段	10.90-36.00
L-波段	0.390-1.550	Q-波段	36.00-46.00
S-波段	1.550-4.200	V-波段	46.00-56.00
C-波段	4.200-5.750	W-波段	56.00-100.0
X-波段	5.750-10.90		

机载雷达任务所收集的微波数据在迄今全世界范围内收集到的微波数据中占很大部分,这些任务使用最多的波段是X-波段。对于1990年代的卫星雷达系统,使用最多的频率将是C-波段。

C. 雷达概念

32. 大多数成像雷达系统的几何形状容许从平台一侧发射微波波束,与飞行方向成直角和斜向地面。这是一个垂直方向宽,水平方向窄的雷达波。随着雷达平台的移动,定期发射的脉冲产生一个二维成像平面。因此,可以“观看”到同飞行方向平行和倾斜的地球表面地带。成像雷达的扫描概念因而同在电磁频谱的可见光和红

外区间作业的扫描器颇为不同。后者在逐行的基础上制作图像，它们的观测几何是下向的，图像的空间分辨率取决于感测系统的角分辨率及平台高度，从天底点轨迹往外衰减。

33. 成像雷达并不取决于角分辨率；它们的跨轨迹距离分辨率是由反射信号对发射脉冲之间的时间延迟长短所决定的。距离分辨率取决于发射脉冲的波长，后者决定两个物体必须分隔多大才可以被检测到。这个分辨率随着发射脉冲的缩短而增加。沿轨迹方位角的分辨率由微波的波宽所决定，后者由天线的长度所决定。方位角分辨率随着天线长度的增加而增加。

34. 就合成孔径雷达仪器而言，它们的距离分辨率的限制因素是在维持为检测反射信号所需要的足够发射功率下缩短发射脉冲。这是通过对发射脉冲进行线性调频编码的所谓“线性调频脉冲”来完成。必须对回返信号的距离组成部分进行处理来获得相应的分辨率。必须对同一信号有关方位角的组成部分进行处理来获得沿轨迹的分辨率。因此，合成孔径雷达图像的取得需要有一个能够对二维信号数据阵列进行处理的系统。

仪器

35. 一套基本的成像雷达系统包括一台发射机，一台接收机，一条设计用来收发微波能源的天线和一个数据处理和记录设备。发射机产生微秒波长的短暂微波脉冲。这个信号由天线发射。天线把一个窄波束向射程方向发射，并且接收这个脉冲的回返部分。天线的设计和形式决定“照射”地面的波束宽度。

36. 接收机量度发射信号的回返部分的强度和接收时间和发射时间的关系以便决定反射物体相对于雷达的距离。接收机把信号波形从适合发射的频带转换为适合记录的频带。这需要在发射机和接收机之间的一个相关处理过程。记录器和处理器把原始数据转变成为光学记录（例如胶片）或使用高密度数字磁带盘（HDDT）的数字记录。对回返的雷达信号必须作进一步的处理，办法是对信号胶片或高密度数字磁带

盘上的数据进行相关处理,以便分别产生雷达图像或计算机兼容的磁带。后者可以用来进行数字显示、图像处理和分析。

微波的偏振化

37. 电磁波包括在正常波形状状态下相互垂直的电场和磁场振荡的耦合。波形的偏振描述空间上一点在一个振荡周期里电场部分的状况。在最简单的情况下,每一个场仅在一个平面上振荡:形成平面偏振波。当电场在垂直(水平)平面上振荡时,就会产生垂直(水平)偏振的波。大多数成像雷达使用的发射水平偏振脉冲的天线。在入射地面物体时,部分回返能源保留跟发射脉冲相同的偏振而其余能源却作无规则的偏振(消偏振)。

38. 精密的雷达系统能够发射水平和垂直的偏振能源。天线上的一个转换机制容许它接收回返信号的水平和垂直组成部分。“HH”和“VV”的标志分别代表“水平发射和水平接收”和“垂直发射和垂直接收”;“HV”则代表“水平发射和垂直接收”;这被称为交叉偏振回返。入射辐射的偏振是一项重要的区别要素,因为地面和其他目标对上述两个组成部分产生不同的反射。例如,一个由垂直线性叶子(散射体)组成的简化植被模型会给垂直偏振的入射辐射产生强大的反射信号,而对水平偏振的辐射产生非常微弱的反射。因此,回返信号可以提供关于被观察物体的结构的信息。

D. 遥感雷达数据的来源

39. 1991年,欧空局发射ERS-1号地球低轨道卫星,载有几个微波传感器。这个任务的主要目的是提高对海洋流程的了解、监测南北两极地区以及对世界气象学研究方案作出贡献。不过,国际研究界在获得数据后很快就产生若干以陆地为对象的应用。ERS-1卫星上的主要仪器是一台能够提供高分辨率图像(C-波段)的有源微波仪器(AMI),通过对海洋波浪进行频谱分析可以获得风速和海浪长度和方向的信息。该

仪器作为图测雷达使用,AMI能观测80公里到100公里宽的地带,初步评估的分辨率为距离27米和方位角29米。直到1992年10月所作的评估也表明,ERS-1取得的数据有高度的准确性和可重复性。

40. 该仪器作为风测量仪使用时,能够观测一条400-500公里宽的地带,在海洋上的分辨率单元为50公里,能够测量每秒4到24米的风速,精确度为0.5至2米。确定风速和风向的方法是向下面三个方向量度每一个分辨要素的反射数值:同卫星往前方向的航线斜交、朝向卫星航线的侧方、以及同卫星后方航线斜交。这三个信号强度提供风速,其差数提供风向的信息,精确度为20度。AMI仪器作为波浪测量仪使用时,将沿着卫星航线每200至300公里测量5公里乘5公里方块内的海浪长度和方向。100米至1千米的波浪长度可测量至精确度25%,其方向可测量至精确度20度。

41. 除了AMI仪器以外,ERS-1号卫星还携带一台在2 cm波长上操作的雷达测高仪。这个测高仪向下垂直照射,用来测量波浪的平均高度、风速和中等规模的海洋表面形状。该测高仪还将被用来确定冰块的种类和水/冰边界。ERS-1号卫星还携带一个沿轨迹扫描辐射仪(ASTSR),在热红外光谱范围内的3个波段上工作,分别为3.7微米、11微米和12微米。该仪器分别从两个方向透过大气观测海洋表面,即垂直向下方向和入射角为50度的方向。斜方向测量和垂直测量之间的差值提供关于大气吸收情况,而3个不同波长测量之间的差值将用来决定大气的水蒸气含量。

42. ESR-1数据由欧空局的地面站网接收,它们包括设在Maspalomas(西班牙);Kiruna(瑞典);Fucino(意大利);和Gatineau和Prince Albert(加拿大)的地面站,以及分布于一些工业化国家和发展中国家的若干地面站。用户通过欧空局设在Frascati(意大利)的地球网中央设施(EECF)来提出关于取得ERS-1有关地球某一特定地区的数据或ERS-1已经拥有的具体产品的请求。EECF是用户使用ERS-1系统的门户,负责有效负载的作业规划,安排数据处理和分发,监测数据产品的质量和感测器的操作。

43. 飞行管理和控制中心设在德国Darmstadt的欧洲空间作业中心内。它利用

在Kiruna地面站来控制卫星及仪器的安排,和同空间飞行器的通信。使用这个站是因为它的北纬度位置容许它在卫星每天14次的轨道中的10次进行观测。欧洲空间局在Kiruna、Fucino、Gatineau和Maspalomas的地面站构成其主要数据收集和快速交付产品的处理和散发网。

44. Kiruna地面站接收这两个实时仪器的数据和机载记录器的数据,使用高密度数字磁带来记录原始数据。快速交付处理设施包括合成孔径雷达专用的两个作业链(图像和波形作业模式),和一个专门用来处理来自其他仪器的数据的作业链。Fucino站主要用来接收地中海区域的合成孔径雷达图像数据和实时低比特率数据。Gatineau和Maspalomas地面站则被用来接收低比特率的记录数据。

45. 直到目前为止,世界范围内收集的雷达数据是用空载雷达系统取得的。甚至在出现雷达卫星系统后,空载系统将继续提供一些满足特定用途的收集参数、特定飞行方向、观测角度和高空间分辨率规定的数据。虽然今后至少10年内取得的大部分卫星雷达数据将会是C-波段数据,直到目前为止获得的大部分经验涉及在X-、L-和K-波段上作业的雷达。象C/X-SAR一类空载雷达也可以被用来研究使用C-波段雷达来监测地球。

E. 数字图像处理和分析

46. 使用划一标准来大量处理数字数据的能力,以及处理往往已经被改进或由于对原始数据作线性转换而包括新波段数据的能力,容许对大面积进行经常性监测和能够更加精细地区别不同类别的图像。

47. 提供用户的卫星数据通常没有地形地图所需的几何准确度,也通常不配合现有的标准地图投影。这是由于纬度、高度和飞行器速率、感测器扫描过程变化造成的影响。大多数这些影响(系统性影响)都能够在进行几何和辐射仪校正的预处理阶段中作出补偿,这可以使用数字处理办法来有效地完成。

48. 数字图像的改进增加图像视觉的信息内容。这些技术协助进行视觉判读,

或减少要处理的数字数据的份量,但并不创造任何新或更多的信息。一般采用如下的技术:增强反差,空间过滤、线性波段结合和主要组成部分的转变。由于在任何图像里,象素的全部动态值范围(一般从0到255)没有被利用,整个图像的反差可以用数字技术来改进。一个图像的典型动态值范围是80左右,因此,视觉反差可以改进3倍。低通滤波器和高通滤波器被用来平滑发光值的局部变化或增加反射率的差别,特别是在两类物体之间的边沿地方。主要组成部分的转变是要在保留最重要信息的同时减少一套图像的数据量。线性波段结合包括从两个波段的比率,或两波段差和相同两波段和之间的比率产生新波段;这些和许多其他可以进行的转变增强那些判读员感兴趣的特征。

49. 视判读员的特定关切而定,遥感数据评价的最后产出是主题图像(或地图)。使用数字处理技术进行的这项过程被称为“分类”过程。目前已经发展出两种不同的数字图像分类办法:有监督和无监督的分类。第一种办法需要判读员确定在主题产出中要包括的代表性类别领域,以便分类算法可以使用统计参数来把图像的每一个象素归入要求的类别。无监督分类办法完全根据统计方法,不需要用户参与。后者办法的理论根据是使分类法独立于用户的技能。不过,经验表明,监督分类办法通常效果较好,因为它可以更为充分地利用用户积累的经验。

F. 遥感的应用

50. 水已习惯于不受珍视而且也被认为几乎是无限的多,但它现已成为我们一个最珍贵的自然资源。因此在当今全世界的经济和生态的情况下,水文和水的管理问题是主要的应用科学领域。此外,水文特性与地球表面和大气中的过程的相互有关极密切,以致对环境和气候起作用。水过少或过多可能带来灾害性后果。如果一个区域发生旱灾,其他区域可能恰好也同时有大雨和洪水。同样重要的是,对各主要水域的水质量和污染要继续进行测量。

51. 因此,对供水的取得和预报的需要便迅速增加。卫星遥感技术已日益用于

满足对资料的迫切需要。没有其他的办法可用来提供近实时、有正常时间顺序和具有区域、大陆和全球性的必要资料以便测量、监测和模拟环境中的复杂水文过程。诸如雨量、雪、径流、蒸发、土壤水分、泥沙和输沙率、污染、温度等等的大多数因素显示出典型的时间和面积的变化。

52. 遥感在水文学方面的应用包括评价水资源、测量陆地复盖和评价湿地。由于时间和空间的平均值不同，因此遥感在水文模型方面的应用是有限的。主要的变数包括土壤水分、蒸发作用、不透水区、陆地复盖、积雪复盖程度、积雪复盖的水当量和降水量。目前用于水文模型的各种不同雨量径流模型是在有遥感技术之前拟定的并且是以地形图为根据的。

53. 由于卫星上的感应器只限于测量土壤的最上层，因此在确定土壤水分时是有困难的。土壤水分可以说明为降水在地球浅层的暂时储存，通常限于饱气带或山根带。

54. 被动微波波段(特别是波长21厘米左右)是迄今最受利用的波段。目前已得到确认的是，含水量已可测量到大约5厘米深的地方(可能也深至10厘米)，相对准确度为10-15%。这些测量可以在全天候情况下进行并可以穿过浅至中度深的植被。如果上面有一层干植被盖住便不能直接探测更低层的土壤水分。

55. 使用C-频带和L-频带频率的合成空径雷达对表土层的水分也很敏感并为个别的均匀土地利用和植被的地区提供充分的空间分辨率以供绘制水分图。从合成空径雷达数据确定容量土壤水分也因诸如影响反向散射的植被和地面粗糙度的其他因素而更为复杂。这方面的一些困难可以用不同时间的分析办法来克服，因为这种办法能如机载C-频带散射计测量方法所证明的那样探测出土壤含水量的时间变化。

56. 土壤水分影响到土壤的热性质。如果有植被，其外表可用来表明根区内有水，即只要是在植物生长的季节。由于没有简单的遥感办法可用来评价土壤的水分，因此便有必要将各种不同的测量办法与水文模型结合。在这领域有需要用主动微波和热红外来进行广泛的研究。

57. 摄象雷达的全天候功能对农业应用有极大的帮助,因为在这方面极有需要经常进行可靠的定时摄象。例如,作物调查工作需要在作物生长季的不同时间内收集数据,因为在这个时候每一种作物的外表有显著的差别。收成预报的时间性规定较为严格,因为对作物的生长需要在生长季期间内的特定时间来监测。

58. 因此,雷达便受到全世界的注意,而许多实验工作者便使用和分析了海洋卫星、SIR-A和SIR-B的图象。虽然,这种分析已证明合成空径雷达的潜能;但是都不能用合成空径雷达作为农业资料来源来作适当的评价。这至少有两个原因。首先是这些卫星任务使用的L-频带雷达没有最有效地应用于农业,其二是无法得到不同时间的图象。在过去十年以来已进行了若干的调查工作,其目的是要弥补这些缺陷。

59. 作物鉴定的需要是因为作物有不同的生长周期,因而它们的反向散射反应是遵循特定的时间顺序。如果使用单一频率雷达(特别是X-频带),在不同日期得到的图象的组合可以作出良好的作物分类。除多日期的观察能力以外,对于使用单一频率的大多数合成空径雷达系统,多偏振数据似乎有良好效果。对于植被,根据模型和实地试验,多偏振数据预计将对平面形态学的差异较为敏感。此外,对于单一频率雷达,使用不同入射角似乎有助于作物的鉴定。植被对雷达反向散射的相对帮助在高入射角(大于40°)较大,而在低入射角,下伏的土壤表面则可能有极大的帮助。

60. 除了为鉴定和监测目的而测量作物光谱性质的时间变化以外,雷达可能提供有关树冠层结构和生物质的有用资料。由于一个结构的树冠层内的水量以及下伏土壤水分和土壤表面粗糙度可能影响雷达的反向散射系数,因此要从雷达的测量检索作物参数便需要最有效地选择雷达的参数以使其他的作用尽可能减少。

G. 图象分析硬件和软件

61. 图象分析硬件和软件的目的是要深入了解如何选择图象分析的硬件/软件结构,所强调的是可能决定系统的最后选择的方面。于必要时,特别是在技术术语和销售或新闻的加强宣传遮掩某一种系统结构的真正优点或缺点的情况下将提出适当

的警报。

62. 对下列硬件系统已根据其目的作了事后分析：以IBM个人计算机系统为基础的低价预算系统；和以简化指令系统码处理程序和多用户分时业务系为基础的通用工作站。受到特别强调的是可供所有这些系统使用的图形显示分系统以及这些图形显示分系统是否适合用于图象分析。对于供图象分析应用的适当系统配置有作出各种建议，对将投资余额投入显示分系统而非诸如原始处理程序速度的其他系统部件和提供磁盘存贮器的问题也制定各项准则。

63. 软件系统是从软件接合、一般功能和具体遥感功能的观点来加以考虑。对软件接合问题的讨论包括对图象分析环境的演变进行全面历史审查，即从传统的分程序库以至现代的点爪办法，和使用图象和工作图来规定所想望进行的工作。除一般功能以外也注意到图象分析软件的要求，因为这对遥感应用极为重要；但有时在一般图象处理系统内也受到忽视。同时对可能影响某一种系统的选则的软件系统特征也给予考虑，并指出不受版权限制的一些图象分析软件。对各参与者有提供一小系列供其个人使用和评价的个人计算机图象分析软件包。

H. 地理资料系统

64. 地理资料系统技术已形成为一个分析共同空间结构内的地理、环境和统计数据的新的而有效的工具。协助环境规划过程的地理资料系统概念已在最近几年内受到全世界的重视。环境规划者通常将传统数据基用来存贮和检索资料。但是这种资料却缺乏直观和空间的构造。环境规划者经常需要使资料显示出相关的真正地理构造（例如地图），以便能得出一个具体的解决办法。此外，各种环境问题也经常需要将一张专题地图叠置在所研究地区的地图上来加以解译。这种用手操作的过程极令人厌烦并有许多缺点。

65. 另一方面，计算机系统是一个极好的工具，它不但快速而且也比较没有这些缺点。地理资料系统是旨在用于存贮、检索、处理和分析有空间标记或地理编码的

数据的计算机系统。计算机化的地理资料系统使管理员能用“重叠”和展示大量的空间和非空间数据的办法来执行复杂的分析工作。在过去几年来,遥感和地理资料系统的交接装置引起了相当大的注意。

66. 在过去例如将光栅转为向量的技术问题使地理资料系统无法随时使用遥感资料。但是,最近作出的重大突破使将遥感资料与地理资料系统结合的障碍得以消除。在地理资料系统技术方面取得的使其对管理员的帮助有所增加的进展如下:

- (一) 数字化和管理数据及解译和复制地图的新硬件和软件,使这些工具更有效力和易于使用;
- (二) 台式工作站使数据处理快速和数据贮存能力有所增加;
- (三) 廉价的绘图机使费用降低和使制作地图和图表的质量得以改进。

67. 地理资料系统可以解释为包括下列三个基本因素:

- (一) 具有空间或地点性质的大量数据;
- (二) 一个使地理资料系统与一系列无关的个别方案区分的综合方案;
- (三) 执行诸如数据贮存、检索和显示的业务的共同子部件。

从用户的观点来看,地理资料系统是一个有关联性的数据基,并有编入空间索引以使新的资料可来自外部来源或从现有的资料创造出来。

68. 以地理资料系统进行的分析能以易于符合决策者需要的方式为其提供资料。地理资料系统的地图容易使用,也比标准地图容易修订。地理资料系统可以用来强调在地图上需要采取行动或数据不可靠的范围。例如,地理资料系统可用来制作各种描述某一地区的资源状况的地图。此外,地理资料系统也可用来显现其他图景以便能容易进行比较。地理资料系统可用来结合不同的地图和显示出它们的立体构造并可以迅速更改所强调的比例尺和特征。

69. 关于地理资料系统是否应在任何特定情况下使用的问题只能用权衡执行所需要的分析的成本和益处的办法来确定。所得到的益处是由下列因素来确定:地理资料系统与用手操作相比的复杂性、综合性和精密性;和这些资料在改进资源质

量、减少环境退化、挽救生命、避免重大的管理错误和增加经济收入的方面对管理的价值。要制定一个地理资料系统项目便有需要考虑到许多的限制因素；高昂投资成本、增加合格人力资源等等。

I. 气象卫星的特性和在粮食安全和环境监测预报系统方面的应用

70. 业务气象卫星为气象分析和天气预报有用的能见和红外线数据。这些气象预报对农业应用是极为重要的。但是，除此之外，气象遥感卫星还有与农业气象、作物产量估计和干旱监测特别有关的数据和产品形式。

71. 气象卫星（由于其在非洲全域降雨估计的重要性）和海洋气象局泰罗斯卫星系列（在广泛地区植被监测的用途）都配备了地球同步和极轨运行卫星系统的特性，以备观测地球气象。它也对高度迅时析象与高度区域析象的相对优点进行讨论。

72. 培训班简单地概列了粮农组织在绘测遥感中心的项目，作为东非国家粮食安全预报系统的遥感组成部分。例如，这个项目集中研究在粮食安全预报系统方面利用气象卫星数据的方法，培训东非区域国家与预报有关的工作人员，和向同样有关的国家和区域组织分发影象和增值产品。这个项目也调查常规和电子机械向该区域合作用户传输预报所需的的遥感数据形式。

73. 它也一并展示传感器在光谱的可见和热红外领域的特性和气象卫星所用的扫描器性质。它说明了流系统在赤道地带总降雨量相对重要的详情，这个概念与气象卫星观测所推测的云层性质有关。例如，风暴云最上层特别临界温度的长短期问与地球表面所接受的雨量有极大关系。气象卫星能够日夜每30分钟监测云层最高温度一次，因此能够几乎持续从外空估计整个大陆的雨量和分配。它说明了目前政府间干旱和发展管理局（干旱和发展局）分区域所进行的校准试验的详情，以便强调冷云期限资料如何可以在将来改进卫星降雨估计精确度。

74. 它展示了最近雨季期间东非全域每10天个别冷云期限影象累积价值所编辑

的累积冷云期限影象，以说明这种资料在突出目前该区域干旱情况的用途。

75. 它也拿装在卫星的海洋气象局高级甚高分辨辐射仪(高分辨辐射仪)的特性与地球表面的植被反射能力的频谱特性一起讨论，例如海洋气象局卫星如何感测光谱可见和近红外部分资料。它也解说了正好在人眼视力可见领域之外但生机茂盛绿叶植被反射的近红外能性质。它提出最近数十年来的研究摘要，并显示能够计算植被反射可见和近红外线遥感器可以用来监测绿叶植被的发展。它解释了海洋气象局卫星装有必要的传感器，可以从外空监测地球的植被动态。

76. 它解释了植被的活力系数，即正常差异植被系数，并说明了其在计算两个监测期间地球表面已有植被和土壤湿度相对条件的用处。它参加者示范从10天数据制作植被的合成影象，选择“最绿”数据，以便将地球表面云层覆盖的效果减至最少，以及由粮农组织项目向该区域用户每10天分配一次的海洋气象局预兆业务产品。

77. 这种影象不是没有限制，参加者参与讨论其中一些最重要的问题。例如，1991年6月菲律宾皮纳图博山的暴发制造大量火山灰进入地球的同温层。这造成海洋气象局卫星辐射的干扰，并减少了用来监测1991年6月至目前的植被的资料的可靠性。

二、课程的评价

78. 课程结束之后，要求参加者对课程的各种组织方面问题、每一个题目和实习的分配时间以及课程对他们现在和将来交流的适用性填写问题单。

79. 填妥的问题单经分析之后显示参加者对课程的安排和策划感到满意；他们特别注意到解说的品质高。有三分之二的参加者都赞成数值形象分析的实习时间应该加长。有些参加者认为，应按照其专长领域，让各种应用分配更多的时间。大多数的参加者表示，培训班的程度和内容适合其工作的特殊需要。他们对联合国、欧洲空间局和绘测遥感服务区域中心安排及赞助培训课程一直表示感谢。

附件

课程大纲

<u>日期</u>	<u>时 间</u>	<u>主 题</u>	<u>主 讲 者</u>
10月12日 星期一	上午 9-10	注册	联合国/开发计划署/欧空局/绘测遥感中心 H. Croze (环境规划署)
	上午10-10:45	开幕式	
	上午11-11:45	主要演讲： “环境管理：修正不伤害 地球大气层的发展战略”	
	上午11:45-下 午12:30	遥感简介	
	下午 2-5	辐射度学基础	
10月13日 星期二	上午 9-10:30	卫星的特性	A. Abiodun (联合国)
		地球观测系统	B. Henricksen (粮农组织)
	上午10:45-下 午12:15	气象卫星特性系统 (地球同步和极轨运行)	J. Baraza (绘测遥感中心)
	下午 2-3:30	成象原理(数据收集、数 值/模拟展示、现象技术)	M. Fea (欧空局)
	下午 3:30-5	光谱、空间和迅时析象	
10月14日 星期三	上午 9-10:30	形象制作实习	J. Baraza (绘测遥感中心)
	上午10:45-下 午12:15	ERS-1 任务：目标、外空 和地面部分，地球的覆盖 面	M. Fea (欧空局)

附件(续)

<u>日 期</u>	<u>时 间</u>	<u>主 题</u>	<u>主 讲 者</u>
10月15日 星期四	下午 2-3:30	ERS-1 工具、数据收集和特殊规定	M. Fea (欧空局)
	下午 3:45-5	迄今为止所得ERS-1结果的评价	M. Fea (欧空局)
	下午 5-6:30	参观绘测遥感中心设备	绘测遥感中心
	上午 9-10:30	雷达成象、处理和ERS-1数据系列的分析	M. Fea (欧空局)
	上午10:45-下午12:15	ERS-1具体应用的实习 (海洋学)	M. Fea (欧空局)
	下午 2-5	ERS-1具体应用的实习 (林业/地质学)	M. Fea (欧空局)
	上午 9-10:30	雨量和流出的估计	M. Fea (欧空局)
	上午10:45-下午12:15	遥测在农业气象学的应用	M. Fea (欧空局)
	下午 2-5	有关上午课程的实习	M. Fea (欧空局)
	上午 9-下午12:15	数值影象组成和诊断法	T. Alfoldi (加拿大遥感中心)
10月19日 星期一	下午 2-3:30	数值影象组成和诊断法	T. Alfoldi (加拿大遥感中心)
	下午 3:45-5	数值影象预先处理和更正	T. Alfoldi (加拿大遥感中心)

附件(续)

<u>日期</u>	<u>时间</u>	<u>主 题</u>	<u>主讲者</u>
10月20日 星期二	上午 9-下午 12:15	数值影象分析原理--加强 和分类	T. Alfoldi (加拿大遥感中心)
	下午 2-5	数值影象实习	T. Alfoldi (加拿大遥感中心)
10月21日 星期三		影象分析和软件系统	L. Hayes (敦提大学)
10月22日 星期四	上午 9-10:30	雷达遥测导论	T. Alfoldi (加拿大遥感中心)
	上午10:45-下 午12:15	雷达成象辐射度学	T. Alfoldi (加拿大遥感中心)
	下午 2-3:30	雷达目标的互相作用	T. Alfoldi (加拿大遥感中心)
	下午 3:45-5	雷达形象特征	T. Alfoldi (加拿大遥感中心)
10月23日 星期五	上午 9-10:30	雷达在地质学和海洋学的 应用	T. Alfoldi (加拿大遥感中心)
	上午10:45-下 午12:15	雷达在水文学和农业的应 用	T. Alfoldi (加拿大遥感中心)
	下午 2-3:30	雷达在林业的应用	T. Alfoldi (加拿大遥感中心)
	下午 3:45-5	雷达解读实习	T. Alfoldi (加拿大遥感中心)
10月26日 星期一	上午9-下午5	技术参观	绘测遥感中心

附件(续)

<u>日 期</u>	<u>时 间</u>	<u>主 题</u>	<u>主 讲 者</u>
10月27日 星期二	上午9-下午 12:15	地理信息系统原理	G. Pierre (苏格兰顾问)
	下午 2-5	地理信息系统项目设置的一般战略	G. Pierre (苏格兰顾问)
10月28日 星期三	上午 9-10:30	专题研究：区域地理工作者的执行	G. Pierre (苏格兰顾问)
	上午10:45-下午 12:15	地理信息系统产品、趋势概论	G. Pierre (苏格兰顾问)
	下午 2-5	实地考察前的准备	绘测遥感中心
10月29日 星期四	上午9-下午5	实地考察	绘测遥感中心
10月30日 星期五	上午9-下午5	实地考察后分析	绘测遥感中心
	下午 2-4	闭幕式	

- - - - -