

遥感技术与应用

REMOTE SENSING TECHNIQUE AND APPLICATION

华东师大遥感技术与应用科研协作组编

1981

3170

手抄
船身
P26

遥感技术及其应用

华东师大遥感科研协作组编

目 录

1. 序言..... (1)
2. 环境遥感技术及其发展现状与趋势..... (3)
地理系地貌教研室 刘树人
3. 应用卫星象片分析长江口泥沙扩散..... (26)
河口海岸研究所遥感应用研究室恽才兴, 物理系信息处理教研室万嘉若
4. 陆地卫星象片光学影象处理与目视解译的地质方法..... (33)
华东师大刘树人, 东北师大张力果, 北师大赵济, 华东师大黄永砥, 北京师大褚广荣
- ★ ★ ★ ★ ★
5. 小型图象处理硬设备系统..... (38)
华东师大图象处理系统研制协作组
6. 图象等密度分割假彩色显示仪..... (46)
物理系信息处理教研室翁默颖, 张为民, 陈昌林, 王绥祥
7. 21cm微波辐射计的研究与定标方法..... (57)
物理系微波研究室沈成跃, 伏寿春, 沈秀英
8. 81型假彩色密度分割显示仪简介..... (67)
华东师大地理系, 上海医疗器械五厂
9. 简易三通道假彩色合成仪简介..... (69)
地理系遥感制图实验室黄永砥
10. 地物光谱仪试制和测试情况介绍..... (70)
华东师大遥感科研协作组, 上海险峰电影机械厂
11. 激光与红外辐射在浓雾传播中的实验研究..... (77)
物理系光学教研室夏慧荣, 谭树杰, 徐志超, 马龙生, 江一德, 潘佐棣
12. 微波遥感理论中的平面分层模型..... (86)
物理系微波研究室周学松
13. 几种卫星象片假彩色合成法的原理与应用..... (99)
地理系遥感制图实验室黄永砥
14. 用印刷法进行地球资源卫星象片假彩色合成初步试验..... (116)
地理系遥感制图实验室黄永砥, 梅安新, 蔡孟裔

15. 蒙片技术在多波段影象增强中的应用…………… (119)

地理系遥感制图实验室黄永砥, 张宝安, 叶黎倩

16. 卫星象片特征信息的提取…………… (122)

河口海岸研究所遥感应用研究室益建芳

★

★

★

★

★

17. 应用卫星象片目视解译古河道的原理和方法…………… (127)

华东师大地理系地貌教研室刘树人, 梅安新, 山西省地质局周海

18. 利用航片分析长江口岸滩、沙岛动态…………… (132)

河口海岸研究所遥感应用研究室胡嘉铭, 上海航道局设计研究所袁国超

19. 太原盆地卫片活动构造及其找水意义…………… (139)

地理系地貌教研室梅安新

20. 航空摄影在城市环境污染中的应用…………… (144)

华东师大河口研究所, 上海航道局设计研究所, 长江口遥感研究组

21. 火山岩地区应用遥感影象结合物探及物性系数进行解译的几点体会…………… (151)

华东师大地理系地貌教研室梅安新, 浙江省地质局遥感站梅安溪

22. 利用卫星象片调制苏北沙州地貌类型图…………… (160)

地理系地图教研室王柏棠

23. 长江口卫星象片初步解译…………… (168)

河口海岸研究所遥感应用研究室恽才兴, 地理系地图教研室蔡孟裔

★

★

★

★

★

24. 专题影象地图图型的研究…………… (175)

地理系地图教研室王柏棠

25. 专题影象系列图的设计与印刷工艺中的几个问题…………… (182)

地理系遥感制图实验室黄永砥, 王柏棠, 蔡孟裔, 邹连观, 王伟海

26. 论卫片目视解译影象地图系列的制图原则与方法…………… (188)

东北师大张力果, 北京师大褚广荣, 华东师大王柏棠, 山西科委贾云鹏,
山西遥感研究室唐志昌, 崔精忠

物理系光学教研室夏慧荣, 谭树杰, 徐志超, 马龙生, 江一德, 潘佐棣

27. 图象的快速Karhunen-Loeve变模压缩…………… (196)

物理系信息处理教研室

Remote Sensing Technique and Its Application

Compiled by the Coordination group of
Remote Sensing Research, East China Normal
University

Content

1. Foreword
2. Environmental Remote Sensing Technique, Its present State and Trend of Development
Geomorphological, Department of Geography
Liu Shu-ren
3. Analysis of Sediment Diffusion in Discharges from the Chang Jiang Estuary Based on Satellite Imagery
Remote Sensing Seminar Institute of Estuarine and Coastal Research Yun Cai-Xing Information Processing Seminar, Deptment of Physics
Wan Jia-ruo
4. Optical Imagery-processing of LANDSAT Images and Geographical Approach to Visual Interpretation
East China Normal University Liu Shu-ren
North-east Normal Univevsty Zhaug Li-guo
Peking Normal University Zhao Ji
East China Normal University Huang Yong-di
Peking Normal University Chn Guang-rong
- ★ ★ ★ ★ ★
5. Miniature Hardware System for Imagery Processing
Joint Development Group on Imagery Processing System, East China Normal University
6. False CoLor Display of Isodensity Sliced Imagery
(Information Processing Seminar, Department of Physics Weng Mo-Ying, Zhang Wei-min, Chen Chang-Lin, Wanh Sui-Xiang)
7. 21cm Microwave Racliometer, Research and Calibration Method
Microwave Laboratory, Department of Physics Shen Cheng-yao, Fu Shou-Chun, Shen Xiu-ying

8. Model 81 Isodensitometric Displayer Department of Geography,
East China Normal University No.5 Shanghai Medical
Apparatus Factory
9. Simplified 3-channel Additive Color Viewer
Remote Sensing Cartographic Laboratory,
Department of Geography Huang Yong-di
10. A General Survey of Development and Testing of Ground Object
Spectrometer
Coordination Group of Remote Sensing Research, East China
Normal University
Shanghai Xian-feng Cinema Machinery Works
11. Experiment on Transmission of Laser Beam and Infrared Ray in
Dense Fog
Optics Seminar, Department of physics
Xia Hui-rong, Tan Shu-jie, Xu Zhi-chao, Ma Long-Sheng,
Jiang Yi-ed, Pan Zu-di
12. The Plane Layered Model in the Theory of Microwave Remote Sensing
Microwave Seminar, Department of Physics
Zhou Xue-Song
13. On the Principle and Application of False Color Composite of Some
Satellite Images
Remote Sensing Cartographic Laboratory, Department of
Geography Huang Yong-di
14. Preliminary Experiment on False Color Composite of LANDSAT
Images by Printing
Remote Sensing Cartographic Laboratory Department of
Geography Huang Yong-di, Mei An'-Xin, Cai men-yi
15. The Application of Overlay Processing Technique in Enhancement
of Multi-spectral Imagery
Remote Sensing Cartographic Laboratory, Department of
Geography Huang Yong-di, Zhang Bao-an, Ye Li-qian
16. Abstraction of Characteristic Information from Satellite Images
Remote Sensing Seminar, Institute and Coastal
Research Yi Jian-fang

★ ★ ★ ★ ★

17. Interpretation of Diluvial Fans and Ancient River Channels by
Satellite Imagery, Principle and Method

- Geomorphological Seminar, Department of Geography,
East China Normal University Liu Shu-ren, Mei An-Xin
Geologic Bureau, Shan-Xi Province, Zhou Hai
18. A study of the Trend of Beaches and Sand Bars of the Chang Jiang Estuary Based on Air-Photography
Remote Sensing Seminar, Institute of Estuarine and coastal Research Xing Jia-ming,
The Designing Institute of Shanghai Waterway Bureau
Yuan Guo-Chao
19. mobile Structure of Tai-Yuan Basin on Satellite Imagery and Its Significance in Search of Water Source
Geomorphological Seminar, Department of Geography
Mei An-Xin
20. Application of Air-photography in Research of Urban Environment Pollution
Institute of Estuarine and Coastal Research, East China Normal University
Remote Sensing Research Group for the Chang-Jiang Estuary, the Designing Institute of Shanghai Waterway Bureau
21. Some Remarks Relating to Interpretation of Remote Sensor Imagery of Volcanic Rock Region Combination with Geophysical Exploration and Factors of Physical Properties
Geomorphological Seminar, Department of Geography East China Normal University Mei An-Xin
Remote Sensing station, Geologic Bureau
Zhe-Jiang Province Mei An-qi
22. Preparation of the Landform map of the Bars along the North Part of Jiang-su Province With Aid of Satellite Images
Cartographic Seminar, Department of Geography
Wang Bo-dong
23. Preliminary Interpretation of Satellite Images of the Chang Jiang Estuary
Remote Sensing Seminar, Institute of Estuarine and Coastal Research Yun Cai-Xing
Cartographic Seminar, Department of Geography
Cai men-yi

★ ★ ★ ★ ★

24. A Study on Types of Thematic maps of Satellite Imagery
Cartographic Seminar, Department of Geography
Wang Bo-dong
25. Some Problems Relating to Designing and Printing Technology of
Thematic Imagery map Series
Remote Sensing Cartographic Laboratory,
Department of Geography, Huang Yong-di
Wang Bo-dong, Cai Meng-Yi, Zhuo Liang-Kuan,
Wang Wei-hai
26. On the Principle and methods of Preparation of Satellite Imagery
Map Series for Visual Interpretation
North-east Normal University Zhang Li-guo
Peking Normal University Chu Guang-rong
East China Normal University Wang Bo-dong
Experiment Group on Agricultural
Remote Sensing, Shan-Xi Province
Jia Yun-peng, Tang Zhi-chang, Cui Jing-zhong
27. Karhunen-Loeve Quick Transformation and Compression of Imagery
Information Processing Seminar, Department of Physics

序 言

环境遥感技术是一门综合性技术学科，它是近年来在空间技术、计算机技术、光电技术、航空摄影与判读技术、制图技术以及物理学、环境地学等许多学科基础上发展起来的。

环境遥感技术是地球资源调查、环境动态监测、军事侦察等方面非常有效的新手段。因而各国都非常重视，据报导在美国环境遥感技术已应用到44个国民经济建设部门，在欧洲各国也应用于30多个领域，就是一些发展中国家如菲律宾等国也在26个方面得到广泛应用。现在世界上大致已发射了2400多颗各种资源卫星（陆地卫星、海洋卫星、气象卫星等等）。世界上有130多个国家和地区应用美国陆地卫星象片进行遥感技术应用的研究。国际遥感学术活动非常活跃。遥感教育也迅速发展，仅美国就有500多所高等学校几十个专业开设了几百门有关遥感专业课程，世界上绝大多数国家都很重视环境遥感技术及其应用的研究以及这门科学人才的培养。

我国的环境遥感科学是从七十年代初期才逐步发展起来，但是由于国民经济发展的需要以及各级领导的重视，环境遥感技术及其应用这门新学科发展非常迅速，取得了很大成绩。

我校从1978年初才开展遥感研究，起步比较晚。但在国家科委、教育部的领导和关怀下，在兄弟单位大力协助下，三年来也取得初步成绩。

首先学校把遥感技术及其应用列为全校重点发展的学科之一，並组织了地理系、物理系、河口海岸研究等有关单位成立了“校遥感科研协作组”，制定了全校的遥感科研规划，确定科研课题，统一领导、分工协作、共同作战、集中力量开展遥感技术及其应用的研究。

通过近三年的科研协作，我校现在已初步形成一支遥感理论、技术与应用相结合的科研队伍。目前参加遥感科研与教学的教师与研究人员有27人，其中教授1人、副教授4人、讲师16人、工程师2人、助教4人，另外还有实验员8人。

1978年初我校就与北京大学地理系合作在我校举办“全国高校遥感学习班”，参加单位除全国高等院校並有许多生产科研单位参加。以后又与有关生产单位协作举办了六期遥感学习班，参加学习的学员前后近千名。在校内也为地理系、物理系、师大分校等五个专业开设了有关遥感课程，听讲人数也达到800多人。同时校内还招收了有关遥感学科的研究生12名。

在原有微波、信息处理、光学、电学、地质、地貌、土壤、沉积、水文、地图等实验室的基础上，近三年来又专为遥感科研研制成功了地物光谱仪、21cm微波粉射计及其观测设备、小型计算机图象处理系统、图象等密度分割仪、81型等密度分割假彩色显示仪、三通道假彩色合成仪等遥感仪器；建设了黑白与彩色影象处理室，航片卫片分析实验室並添置了纠正仪等有关仪器设备，充实了遥感制图实验室，安装了地图制印的全套设备。现在我校从微波到多波段波谱测试、计算机图象处理、密度分割、假彩色合成、影像增强、信息提取、合成放大多种影象处理、影象纠正以及卫片河口海岸、自然资源的解译编图、清绘、复照、制版、打样、印刷、出版基本上可以成龙配套。为我校深入开展遥感科研奠定了一定的物质基础。

三年来全校密切协作，技术理论学科与应用学科密切结合。除研制有关遥感仪器设备外，重点开展了微波遥感、图象信息处理（计算机处理与普通光学影象处理並重）、遥感应用以及地图制印四个方面。在遥感技术应用方面以遥感技术在河口海岸地貌、水文、泥沙、滩涂利用）中的应用及遥感在资源调查与环境监测（首先是农业自然条件综合解释）的应用

为重点。我们先后参加了长江口遥感试验研究以及山西省农业遥感试验工作。三年来共写出有关遥感学术论文40多篇，其中“应用卫星象片分析长江口泥沙扩散”及山西省和高校协作我校参加并负责制印的《陆地卫星象片山西省太原幅农业自然条件目视解译系列图》都已被推荐为参加今年在我国召开的亚州遥感学术会议，后者并集体获得山西省1981年科学技术一等奖。

总之，在国家科委、教育部等有关部门的领导和关怀下，在兄弟单位大力协助下，在全校统一领导下，经过近三年的努力，我校遥感科研已取得初步成果，为进一步深入研究打下了基础。为了总结过去的工作，交流科研动态我们编印了《遥感技术及其应用》1981年号这本不定期的遥感科研成果集。总共收入28篇论文分四组编排。第一组为总论（4篇），第二组为遥感仪器、理论探讨及影象处理（共13篇），第三组为遥感应用（共8篇），第四组为影象地图（共3篇）。为了降低印刷成本，文中所附近百张卫片和照片未能付印，特此致歉文集中除主要刊登我校遥感科研动态成果外并编入部分我校与兄弟单位协作合写的论文，仅表谢意。由于我校开展遥感科研工作还刚刚开始，各方面水平还不高，错误和不妥之处在所难免，欢迎同志们批评指正，并希望加强情报资料的交流。

上海华东师大“遥感技术及其应用”科研协作组

一九八一年，九。

环境遥感技术及其发展现状与趋势

地理系 遥感应用研究室刘树人

现代科学技术以原子能的利用、电子计算机技术和空间科学技术的发展为主要标志，正在经历着一场伟大的革命，引起了一系列新兴工业的诞生，广泛推动生产技术的飞跃发展。方毅付总理在全国科学大会的报告中指出：“空间科学技术的发展，正在改变着地学、天文学和其他一些学科的面貌。空间技术把气象观测、资源考察、环境监测和地图测绘等工作，提高到集中的自动化水平”。因此，“要重视空间科学、遥感技术和卫星应用的研究，建成现代化的空间研究中心和卫星应用体系”。

遥感属于空间科学范畴，是空间科学的一个十分重要的组成部分，亦可称之为空间遥感科学。它是一门新兴的、综合性很强的、边缘的科学技术，空间遥感科学是光学、电子学、信息论、电子计算机科学和地学各个领域的结合，并且与很多工程技术学科都有关联，它不仅具有很大的国防意义、生产意义，而且还有很大的科学意义，能带动一系列自然基础学科、技术学科的发展，是这些学科特别是地学现代化的重大措施之一。空间遥感包括对地球、太阳系其他星球以及宇宙太空的遥感，这里主要研究的是从太空对地球环境的遥感，所以称之为“环境遥感”。

遥感概念的萌芽起沅很早，在飞机问世之前，人们已经长期试图从天空拍摄地球的照片。十九世纪中叶，法国第一次从气球上拍摄了巴黎城市很粗糙的照片。到本世纪发明了飞机，并从飞机上拍摄了第一张照片，出现了航空摄影技术，为从地球外面研究地球揭开新的序幕。第一次世界大战前后，主要应用在军事航空摄影侦察。到第二次世界大战以后，民用的航空摄影工作迅速地发展起来。可以讲这就是早期的遥感技术。我国自解放以后，才开始自己的航空摄影测量工作，成立了国家测绘总局及军委测绘局。但与世界很多先进国家一样，是首先在全国土地面积上完成航空摄影测量的国家之一。

但航空摄影测量还存在一定的局限性，如信息量还比较少，只限于可见光，摄影面积也不够大，在我国辽阔的领土上大致需要150万张照片才能复盖拍摄一遍；它又受地面天气等状况影响，不能全天候工作，因此想把整个地球拍摄下来，或者想利用这些航片进行较大区域或全球性的综合研究，仍然是比较麻烦和难以想象的事情。

到了50年代后期，科学技术出现了一个大突破。人们利用火箭把人造地球卫星送到几百公里以外的高空，把探测仪器装在卫星上，利用遥感技术拍摄不同比尺的地球表面照片，甚至半个地球的全景也可以拍摄在一张卫星象片上。到1977年10月为止，全世界已发射的卫星总数据初步统计达到2400多颗，地球资沅卫星也有近200多颗，仅美国发射的三颗陆地卫星所拍摄或扫描的地球卫星象片已超过150万张（陆地卫星—1从1972年7月23日发射到1978年1月停止工作共拍摄或扫描了30万幅图象），世界大范围内90%以上地区都被卫星拍摄或扫描过图象，为开展地学研究提供了广阔的前景，地球表面再没有任何地方可以称做是“神秘莫测”的地方了。

苏美两霸竞相发展遥感科学技术，如美国除去成立国家宇航局并由176所大学、26个大公司、37个研究机关等1200个机构组成庞大的遥感技术研究和应用系统。目前美国仍处在领

先地位，有人曾估计苏联在遥感技术方面比美国落后10—15年。很多第二世界国家如法国、加拿大、英国、瑞典的遥感技术也都达到了相当的水平，就是第三世界的很多国家如印度、泰国、菲律宾以及非洲、拉丁美洲各国的感遥事业，也都迅速地发展起来，据统计全世界已有130多个国家和地区包括85个发展中国家开展了遥感研究。可以讲世界上的国家已很少不利用遥感技术进行资源勘探和科学研究了。

“遥感”这个名词是地理学家Erelyn Pruitt首先建议采用，用以代替“航空摄影”。1962年在美国环境遥感讨论会上正式引用后通用。遥感是从远距离对地物进行测定的一种手段，日本学者称之为“远隔探知”或“远隔探查”，但这个定义太广泛了。近年来加拿大遥感中心提出一个解释：“遥感主要是研究地球表面的电磁波辐射、散射和反射的环境信息以及其蒐集、处理与显示技术，并应用于资源勘探与生产管理”。也就是说环境遥感技术是以研究地球表面地物的电磁波谱为基础，以遥感技术（包括环境信息的蒐集、处理显示与分析技术）为手段，达到研究地球表面的自然与经济资源勘探并应用到社会生产的目的。

遥感技术的特点，可以概括为“遥”、“感”、“快”、“广”、“省”五个字。

“遥”：平常人们在地面观测周围环境，受体高和视力以及障碍物的挡拦等限制，不能高瞻远瞩。如美国的资源卫星的轨道为905.5—918公里，可以在更远的距离、更大的范围内观察研究地球。

“感”：就是利用现代化的仪器，延长人体感官的功能。而遥感则超过可见光域（0.38—0.75微米），伸展到紫外（0.01—0.38微米），红外（0.75—1000微米），微波0.1—100厘米）等不可见的光波段，能发现许多肉眼看不到的内容。

“快”：遥感技术工作周期短，资料积累极快。过去测绘一个地区地图，往往要几年、十几年，多则几十年。而地球资源卫星每18天就可覆盖全球一遍。第二、第三个卫星上天，两颗卫星岔开，隔9天就能重复观测一次。在正常情况下，一颗卫星每天能拍摄地球像片1316张，每周可积累地面图象近一万张。通过电子计算机处理，可以赢得预测预报时间，及时掌握及时预报自然现象的演变，这是其他手段做不到的。

“广”：航天遥感能在同一时刻观测广大地面。目前一张百万分之一的资源卫星象片取景185×185公里，即34225平方公里，相当于1/万航空像片3500张的范围，大于苏南，有海南岛那么大。甚至可以把半个地球拍在一张照片上。

“省”：据美国的有关资料报道，整个西半球利用航空像片制图要3亿美元，而用卫星像片只3千美元。发射一颗地球资源卫星所消耗的费用，包括地面设备在内，每年投资约2000—5000万美元，目前从资源卫星得到的经济效益每年可达14亿美元。如果把遥感技术广泛应用于可能应用的国民经济部门，估计每年将为国家获得经济效益达800亿美元（仅应用于农业、地质、海洋、地理、气象等方面每年即可节省360亿美元）。如果加上节约国防和侦察费用在内，每年获得经济效益可达数千亿美元，而整个空间计划每年的投资，大致为35亿美元。

近年来，在国外环境遥感科学技术是发展最快的学科之一，其发展的现状与趋势，综合有关资料可以概括为以下五个方面：

一、遥感技术应用范围日益广泛深入

遥感是一门综合性很强的技术科学，同时也是应用领域很广的应用科学。据统计环境遥感技术在美国已应用到40多个部门，在欧洲也应用到30多个领域，就是第三世界的菲律宾等国也应用到26个方面。可以确信，随着遥感技术的进一步发展，应用的范围更加日益广泛

深入。

1. 遥感在国防方面的应用

①世界各国特别是苏、美两国，遥感手段都是首先应用于国防部门，在世界上已发射的2400多颗卫星中，军事侦察卫星占80%以上，现已发展到第四代。正向第五代过渡。军用与民用卫星的地面分辨率目前以20m为界限，美国发射的陆地卫星1—2，地面分辨率为80m左右，而陆地卫星—3地面分辨率也不过为40m。相反军用的大鹏（鸟）卫星分辨可以达到30cm，瑞典学者从理论上计算认为它是目前技术条件下，运行在200Km轨道上的卫星遥感分辨率的极限。但也有的资料报导分辨率可以达到10cm或更高。据最近报导，美国在160Km处的空中侦察卫星，可以区分1cm的地物。美国第一代侦察卫星地面分辨率为3—6m，第二代为2~3.6m，第三代为0.6~2.4m，第四代也就大鹏（鸟）卫星为焦距2.44m的象机，其地面分辨率为0.3m，第五代正在研制之中，当然机载遥感的分辨率就更高了。用卫星红外遥感可以区分出地面 0.5°C 的温度差别，而机载红外遥感可以区分出地面 0.5°C 的温度变化。因之军用遥感手段地面的分辨率是很高的，民用的遥感手段达不到这样的高精度。

遥感技术在军事上的重要作用，在于它可以大面积、高速度、及时地、非常精确地连续拍摄敌区地形、侦察军事基地、了解兵力部署及监视其变动情况。据报导高分辨率的遥感象片可以分辨出莫斯科街道上行人是男人还是女人，甚至是否吸烟也可以分辨出。最近还报导可以分辨出草地上的高尔夫球，以及大于1cm的报纸上标题或其他注记。还可以区分出行驶在路上的大小车辆及型号，可以区分出两种不同类型的坦克天线相差18cm。飞机在1500m上空，U₂侦察飞机在2万米高空甚至可以看出汽车牌号码和轮胎东印。通过遥感象片判读，可以指出指挥部所在地，这主要根据车辆型号及汽车轮胎车印，司令部小吉普车一定比较多。任何武器布署、任何军事调动与军事演习、新式武器试验、地下导弹发射井。地下火电厂等都可以用空间遥感进行了如指掌的侦察。

过去军事伪装均采用绿色植物或者涂上绿黄相间的油漆图案进行伪装。我们知道新鲜生长的绿色植物与折下来一段时间的绿色植物在光谱上有很大的不同，与油漆的光谱特征更不相同了，这主要是叶绿素的光谱变化所致。生长的叶绿素在450~680毫微米，光谱反射极小，而在800—900毫微米处反射率又极剧增大称之为“陡坡效应”。用测定植物光谱的方法就很容易把折下的树枝或病树与周围的天然植被区别开来，不但不能伪装反而更易于识别。红外遥感利用人群、车队、坦克特别是飞机走后两小时以内的余热痕迹，可以拍摄出飞机的停留位置留下的飞机阴影，根据阴影形状可以区分出飞机的类型，油箱中是否装满油，以及根据阴影的浓淡大体估摸飞机飞走的时间等等。所以现在反侦察的伪装，一般都将大型武器转入地下，陆地移上潜艇、固定变成机动、大型变成小型化。遥感侦察手段也向前发展，利用微波、红外可以看见许多可见光看不到的目标，红外可以在夜间照象，微波可以穿透过云层全天候工作。如在100Km轨道上空可以明显区分出苏联地下导弹发射场3—9m大小的，圆形发射井与周围环境的温度有明显的不同。卫星遥感多波段成象有一定的透射能力，地下几米甚至十几米的地物有时在地表能反映出痕迹，在干燥的沙漠地区据报导近百米左右深处的信息地表有时也能间接反应。在水上一般可以透射十几米到几十米，在印度洋少数地区一定条件下可透射120~200m，因之在海水透明度好的海城，可以拍摄出水潜艇的轮廓，特别是利用航行后的余热轨迹拍摄出水下潜艇航道的痕迹。随着遥感向不间断、实时、全天候工作，对军事侦察的作用就更大了。现在军事上的反侦察措施途径之一，也从测定周围环境的地物光谱研究的伪装新方法了。

遥感技术在军事上的应用，远远不止于直接的军事侦察。现在都是平战结合、军民结合，只有平时对于自然现象和环境背景的正常规律有比较充分的认识，战时才能对遥感资料情报中出现的异常现象及时作出正确的判断。我们加强战备不仅要粮食储备，还要有科学储备。例如美国有一种人造卫星专门监视着全世界发光点，已经积累了近10年的数据，人们经常通过遥感象片进行分析，那些发光点是城镇、是热电站、是炼钢厂、是水电站；那些发光点是新出现的工矿、城镇、居民点；如果突然出现一个发光点，即不属于上述种种正常情况，又不符合于人口分布的规律，就有被怀疑是导弹发射井的可能。全世界范围内的云量、大气能见度、浅海水色透明度、海底水深数据以及地名、航空象片、地形图等军事情报资料，平时都分别存储在科研单位的计算机数据库里，随时都可以提取出来进行快速分析和应用。所以这些平时的科学技术工作，在战时都是战备不可忽视的组成部分。

② 现仅就美国已公开公布的通过遥感手段对苏联军事侦察的一些情报加以说明。如1975年苏联发射人造卫星后，引起美统治集团的恐慌，大谈所谓“导弹差距”问题，但在1960年美国“发现者”回收成功，1961年美国又根据“萨莫斯”侦察卫星象片，核实苏联布置的州际导弹是14枚而不是美国情报机关估计的120枚才知道完全是一场虚惊。1966年又揭露苏联在莫斯科周围建立反导弹防卫系统，苏联还在二个同时可建造12个船体的造船厂建造能带16枚北极星导弹的核动力潜艇。1969年苏联入侵我国时，美国揭露苏联莫斯科周围和反导弹试验厂的雷达从指向北极转向而对准中国。1970年美国又公布苏联已有200个以上核潜艇的导弹发射管，近70个柴油机潜艇导弹发射管。1971年5月苏联又新布置导弹发射井，从40、60、80增至30个，两种发射井井口直径相差1.29米，那一种并装什么型号的导弹也估计到了。1974年公布了苏联德斯塔级核动力潜艇建造基地的照片，并明显看出该基地用帐篷进行伪装，这些帐篷是苏联试验导弹发射时一次装好的。又公布了苏联哈萨克斯坦于威海以东10⁰公里的伏龙坦导弹和宇宙发射系统的照片。1974年11月25日又发表了苏联巴尔喀什湖西边的反弹导导弹试验厂照片，可分辨出7个基地及雷达设施。美国军事杂志也揭露出苏联1969年出版的苏联地图都进行了有意的伪造，指出列宁洛勒等一系列大小城市都进行有意的方位歪曲和移位。美国还指出1971—1974年苏联、法国和我国共进行了1000多次导弹发射等等。现在遥感技术在对方导弹发射90秒钟内就可测到，能跟踪5分钟直到导弹关机为止，并能在4分钟内及时地准确地把情报送到北美防空司令部。他们认为现在军事侦察情报有90%是来自遥感手段，而且比克格勃及中央情报局来得更快、更清晰。今后随着分辨率的提高，军事作用一定会更大。

2. 遥感在农林方面的应用

① 遥感在农林应用的方面很多，首先应用于农业估产取得显著成果，如美国有关部门于1977年6月30日通过遥感手段予报全美国玉米产量为63300亿普特，12天后美国农业部公布了正常核产数字为63330亿普特。同样，1977年7月31日利用遥感手段对美国大豆估产为16000亿普特，11天后美国农业部公布核产数字为16200亿普特，两者相差无几只有3%左右，不但手续简便也节约很多。据统计在美国仅小麦估产一项美国每年受益4亿美元，如进行全世界估产每年受益7亿美元。这项工作在美国从1974年起已进行了5年，逐年提高了估产精度。为了做好这项工作在全国设立了800个取样点，分析小麦的播种、发芽、反青、抽穗、黄熟等各阶段的长势；结合气象等其他条件，估算土壤湿度和肥力条件；参考50年来小麦单产增长趋势资料；并识别田块的界线量。莫面积，加以综合分析和计算机处理而取得的。应该指出这种估产只有在大于800m²（20英亩）的较大田块上。精确度才可以达到90%以上，而在小于

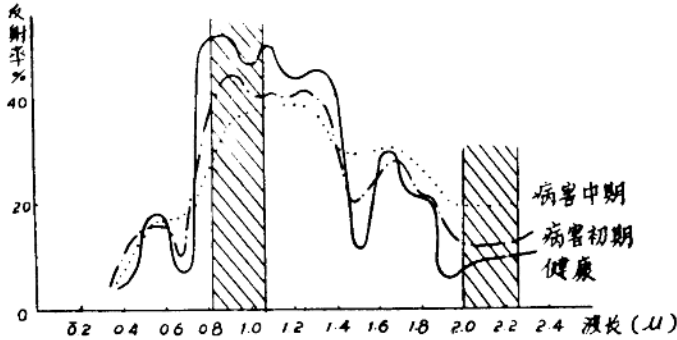
2000m²(5英亩)的较小田块上效果就比较差,这是因为目前卫星象片的分辨率还比较低的原因。同时美国还对苏联乌克兰欧洲的小麦产区进行研究,深入剖析了它的31个农业气候区的差异,仔细分析了小麦生长六个阶段的农事历,以及与150年来产量增长趋势的相关关系。通过多谱段图象和雷达图象进行作物类型和长势的识别,判断土壤湿度、温度等生态环境,对苏联的粮食进行估产。这样可以在平时掌握粮价起落行迹,在战时则可对苏联的粮食储备利用卫星遥感资料进行估算。加拿大估算种植马铃薯面积的精度达到90%,澳大利亚南威尔士大学利用陆地卫星—2资料,估算小麦种植面积,精度误差不超过5%。在泰国也曾进行估算水稻、甘蔗和其他谷物种植面积的研究实验。据报导对农作物的估产可提前一、二个月做出预报,为农业现代化呈现提供条件。

②在土地利用调查应用遥感手段也是很有成效的。土地利用图为了适应变化了的情况至少每5年要更新一次。英国过去进行一次英伦三岛24万/Km²的土地利用调查,在斯坦甫教授主持下发动了6000名中小学教师,花去6年的时间才完成,等到土地利用图绘制完成后,土地利用状况已完全变化了。1976年应用卫星象片分析与野外调查相结合的方法,只要4个人9个月就完成了土地利用图第四版,而且统计的非常详细,面积超过30—50亩的地块和池塘都能计算出来。泰国通过遥感手段进行17万Km²土地利用调查,用卫星象片4个人30幅象片工作60天,平均每平方公里需0.24元,航空测量方法需要20人3652张航片工作七个月成本为1.89元,其他调查方法所花的费用就更大了,因之利用遥感手段进行土地利用调查是多快好省的办法。我国1959年开展土壤普查时,除云专门的技术队伍外,动员了近70万农民群众,才汇编成全国1/250万农业土壤图及土地利用图,花费了近五年时间,不采用遥感手段,是赶不上现代化需要的。

遥感手段还应用于农业管理方面。利用MSS—5及MSS—7两个波段不同季节的卫星象片进行判读,结合其他资料分析就可以知道植物生长情况如何。据说利用0.68波段成象对识别植物具有更明显的效果。用假彩色合成方法进行影象增强对植物分类、长势、病害状况的研究都有很大作用。据报导美国可以利用卫星象片识别小麦、甜菜、紫花苜蓿燕麦、高粱、玉米、土豆、棉花、大豆和春小麦等类型,经处理后计算机识别小麦准确率98%、棉花90%、玉米78%、森林84%。通过试验利用遥感象片调查牧场分布,分析牧场密度与长势已完全可能。

②对于大面积农业灌溉的管理,遥感技术也显示出重要的作用。如英国水利部门与气象部门协作,用多普勒雷达监测云层中雨滴和冰屑降落速度。雷达图象中显示出雨云分布的区域范围、密度同时对风速、暴雨、冰雹和晴空大气湍流进行观测。可以在二小时前发生预报。并用计算机推算了全湍流流域的地表迳流量。对威尔斯山区水库排放和存储及时做出判断。这项工作由英格兰南部实验了15年,证明切实有效。现计划增建12台雷达站网复盖英伦三岛,保证农业水利合理利用,充分发挥山谷水库防洪、抗旱的作用。并对暴雨进行超短期预报,确保伦敦航空港的安全。我国也有生动的例子,如1978年淮河地区连降暴雨,河水猛涨,迅速超过警戒水位,情况十分紧急。但由于有气象卫星云图的根据,气象部门作了不久转晴的预报,防洪部门决定水库不开闸放水,保证了淮北地区当年灌溉用水,获得大丰收。相反1963年8月华北大洪水特别是1975年8月河南连降暴雨,由于没有气象卫星资料,预报不准,造成了水库大坝倒塌,人民生命财产造成巨大损失。目前,全国七万多大中型水库全靠各地水文站人工观测上报,很不及时,又不准确,如有卫星遥感资料,我们就能在抗旱防洪工作中打主动仗。

遥感影响可以直接分出土壤的干—湿界线,还可以根据植物的生长情况进行分析,温度影响农作物的生长和土壤的物理化学过程,测量植物叶子的温度是研究作物与水分关系的重要方法,正常植物叶子在阳光下比空气温度高,这主要是叶面水分蒸发引起的,因之分析植物叶面温度差,便可以了解植物是否缺水。美国对某地区8000多块农田分析表明,在收到ERTS—1影象的两、三天后就及时得出水利灌溉管理和水沅管理的必需资料,如当前需水的大田和需灌溉作物的面积,及时需水的新翻耕地的面积的数据。同样排水情况也可以了解。这是进行大生产农业管理所不可缺少的技术手段。



不同生长状态植物反射率的变化:由于叶绿素受到破坏,因而光谱曲线特征不同。

④应用遥感手段预报植物病虫害也取得显著成绩。植物有了病虫害则破坏叶绿素初期肉眼看不出,通过光谱分析则可明显地反映出来。在病虫害发生的初期就可查觉及时防治(图一)。对于森林草场病虫害的预报,瑞典有的研究者提前14天准确地地进行预报森林虫害,使虫害尚未蔓延时就加根治。据报导美国每年由于植被病虫害不能及时预报以致病害蔓延损失约37亿美元,虫害造成的损失约38亿美元。由于虫害造成森林资沅的损失达6亿美元。如1962年10月到1964年4月洪都拉斯1500万亩的林地上,由于松毛虫的蔓延使松树死了约一半。利用遥感手段预报小麦黑穗病及马铃薯枯萎病已取得显著效果。蝗虫是农业的大敌,世界蝗虫趋势预报于监测,已由蝗虫研究所进行了15年的工作,现在已能准确的及时地做出预报。他们先用气象卫星云图分析北非蝗虫易于滋生起沅地区的旱涝形势,估算出荒漠沼泽地区降水量;再根据地球资沅卫星图象研究蝗虫滋生的生态环境,分析土壤湿度、草丛长势;根据蝗虫生活史估算它的活动期;然后用雷达跟踪蝗虫的迁移路线和群集地段。他们的预报是非常及时准确,如没有遥感手段这是不可能的。我国蝗虫灾害已被灭绝,但是对监测鼠害对草场的破坏、侦察松毛虫对南方松林的损害、农作物病虫害是值得鉴借的。

⑤应用遥感手段对于林火的预报效果更显著,据统计美国林火每年平均120000多起,损失面积等于新泽西州那么大,70—80%是由雷电,相当一部分是由于自然引起,每年由林火造成损失3—5亿美元。过去进行林火预报是利用飞机巡回飞行和设立固定了望哨相结合的方法,一般是以冒烟为依据。林火起烟往往要在燃烧几小时之后,而且易与森林中其他烟雾相混,了望哨预报林火地点,因主要凭经验往往不易准确,监视范围也有限。而利用遥感特别是红外遥感技术之后,当卫星高度在250Km处时,可以观察到1000Km²范围内火情。在美国西部森林地区预报了90次较大火情,减少损失达几百万美元,不仅能预报已燃烧起来的烈火,也可以探测到小于0.1~0.3m³的很小火情,还能及时预报由于自然尚未起火的隐伏火

情。1970年美国在8000K m^2 面积上进行了41次预报林火的遥感试验，共测得800多起热目标和火情，其中属于森林火灾的有16起，人们郊外旅游的营火576起。44起烈火首先为遥感手段所发现。由于遥感手段试验成功，这一地区59个了望哨所已经撤掉了25个。为了扑灭和控制森林火灾，可以从卫星象片上分析天气形势，识别雷雨的分布与林火位置的关系，研究人工降雨的可能性，以扑灭大范围的交通不便的森林火灾。草场火灾，常发生在早春天气，加上风势大，常造成巨大损失。判读1972年布拉斯加沙丘区8—10月卫片，发现春季草场火灾迹地，估计大约烧毁了大片草原损失约100万美元。通过卫片分析不仅勾划出烧毁的草场界线，监视水土流失情况，还判别出火烧迹地的相对年令。对矿区火情探测和圈定也是有意义的。这对我国森林和牧场等资沅管理是有参考价值的。我国已利用红外遥感对大兴安岭林火的盖监视进行了成功试验。

⑥应用遥感手段对森林资沅调查瑞典处于领先地位。瑞典应用遥感手段已完成全国森林普查并不断的进行全国森林图的更新工作，他们通过遥感象片介译可以区分出29种树木，分森林为四个年令等级，从而比较精确地制定了采、伐和更新计划、菲律宾只用了30幅卫片经过4个月就完成了菲律宾全国森林普查，而常规方法至少要5年。利用卫星象片每平方公里面积花费7分美金，而用一般航空方法则需要1.65美元。泰国1975年用美国1973年卫片进行分析判读完成了全国森林面积的普查，得出全国森林面积（包括经营林、非经营林、人造林以及村庄附近的森林）占全国总面积的38.6%。1961年用1/25航空象片分析占58%，十几年时间泰国森林面积减少了16%。同样以东北七个府36000K m^2 面积用1972~1973年与1975~1976年二个卫星象片相比较分析估算森林面积，结果在三年中森林面积也减少了16%。平均每年减少5.3%，引起泰国当局对保护森林资沅的重视。1972年处于热带雨林地区的尼加拉瓜政府委托美国巴尔的摩斯汀毫电气公司进行了面积12万K m^2 侧视雷达遥感制图，飞行仅9天，作业中微波遥感穿透三个云层。侧视雷达图象判读分析由英国汉汀技术测量公司承包，完成了土地利用、植被、地质、地图的综合系列成图，并完成8万K m^2 雷达图象镶嵌图。相反我国50年代第一次全国森林面积普查花了近10年的时间。不实现现代化是无法适应国民经济高速度发展需要的。

3. 遥感在资沅勘察和环境监测方面的应用

①运用遥感象片研究水利资沅分布及其变化有明显的效果。美国利用卫星象片对南美洲湖泊进行研究结果，对南美在沙漠、半沙漠地区发现320个以前地图上所没有表示的咸水湖和干盐湖。对原有的86个咸水湖边界做了重大修改，对32个咸水湖作了位置的订正，88个地方勾画出湖泊季节性洪水的界限，25处与现有地图相近，23处作了订正，有36个完全是根据卫片画出来的。我国西藏地区也是如此，现有地图仅在申扎地区就遗漏了80K m^2 、32K m^2 、16K m^2 三个大湖泊，小的还不计在内。

冰川水占世界陆地水资沅的1/14~1/15，利用遥感资料研究冰雪资沅，如对天山、祁连山的冰川雪盖贮量的估算，冰溶于水河流补给状况的研究提供准确的预报。苏联拍摄我国帕米尔天山冰川雪盖以预报中亚河流的春汛。美国利用三年的密西西比河上游冰雪融化资料以预报下游洪水水情。利用MSS—7进行洪水淹没区调查与制图，既快而又精确。据估计美国利用卫星预报洪水，每年可减少损失达3亿美元，通过水情预报改进灌溉效率可达2.8亿美元的收益。

利用卫星遥感技术也能为找寻地下水提供线索。据报导夏威夷群岛缺水的主要原因是岛上大部分雨水渗漏地下，以地下水形式流入海洋，据计算只要把5%的水截住或取回，则可解

决供水的不足的困难。他们在海岛周围海域利用红外遥感手段发现了219个淡水泉，(海水温度比地下水高、温度高色调浅，温度低的色调深。)大大地解决了工农业和国防用水问题。利用红外扫描仪寻找地下泉和热泉的实例很多。瑞典阿基阿公司在利比亚找到了地下水沉。英国在摩洛哥附近地中海浅海中。找到解决城市供水的大量淡水涌泉。在太平洋中的斐济岛上找到四处热泉，在附近海水中找到四处淡水。这对开发海岛的意义是十分巨大的，例如我国的海南岛，年雨量很多，但由于渗漏地表水很缺乏，我们能否也应用遥感手段，开发渗漏到海中众多的淡水泉呢？美国还通过卫片判读确定找水试验区，打了32个钻孔，其中有28个钻孔，在8—15尺以下找到地下水。西非也通过遥感手段找到巨大水沉，在撒哈拉大沙漠中央，确定了自流盆地的地质结构，从而找到巨大的地下水沉，埃塞俄比亚通过遥感手段也找到了淡水水沉700多处。世界很多国家都广泛应用遥感手段找寻水沉取得良好的进展。加拿大从1956~1976年20多年来在地下水勘测中利用遥感技术的416项。其中对地下水资源潜力进行规划研究的107项，了解水文地质条件进行评价的107项，监测污染进行水质评价的14项，调查人工补给地下水效果的14项，进行大面积对地下水进行概略评价研究有72项。可见应用范围十分广泛。我国干旱、半干旱地区占全国面积一半，解放二十八年来全国面积只有1/3地区完成了水文地质普查，2/3地区尚未编出水文地质图。全国16亿亩耕地中完成农田供水地质勘察的也只有1/3，每逢旱情山区1000多万人民缺乏生活饮用水，许多国防工程用水也未很好解决，因之只有利用遥感手段才能多快好省完成上述任务，不致拖四个现代化的后腿。

海洋占陆地面积的75%，海洋上尚有1/3~1/4地区很大程度上是未知区，只有利用遥感技术才能对海洋进行广泛深入地研究。世界上许多国家准备发射专门海洋卫星，通过遥感技术对海洋水文、资源和海洋物理、化学进行研究。运用多波段影象研究海岸变化及沿岸泥沙流具有较好作用。从美加里福尼亚蒙特里湾多年来平面综合变化不大，但一次剧烈风暴能使海岸线后退了100多尺，墨西哥湾在20多年来，飓风影响海岸的变化较大，巨浪冲蚀沙坝，使物质重新堆积，形成沙咀、沙州等海岸堆积地貌。从渤海湾南部卫片可以明显看出黄河口是泥河流的主要来源。利用遥感图象可以判读出盐水楔的进退、岸边涨、落潮水流或驱动水流风的结构以及对岸的侵蚀沉积作用，不同海深的沉积分布以及由于地球旋转引起的柯氏力偏转的影响。在高纬度卫星图象对于浮冰的类型，冰的主要剪切带位置，风与浮冰运动的关系，均富有很好的表现能力。例如瑞典76%是海岸地区，90%时间为海冰所复盖，主要富铁基地在在比极圈内，计划兴建钢铁厂，每日港口吞吐量将达到33000吨，需要三条破冰船破冰航道才能全年畅通。1975年起他们应用了遥感手段编制了海冰予水报图。划分出海冰类型、厚薄和集中程度。每二小时予报一次，并指挥破冰船选择最佳航线进行作业。在美国五大湖区利用遥感技术维持破冰通航，每年获得利润达到800万美元。这对我国北方海城和港口是有很大现实意义的。一次渤海海冰冲垮一个油井架，损失1000万元，为避免事故当时只好停产，如有遥感飞机监视海冰就不会发生这种问题了。

利用卫星研究海流、波浪、海水的盐度、温度、水团、水况、涡流等等都有一定效果。红外象片可以反映出洋流的温度差别，根据色调变化可以勾划出洋流的边界。通过卫片分析新发现海洋中还存在60~250m长，深达100~900m的旋涡，存在于澳大利亚附近海城内，从而推动了海洋学的发展。通过卫片色调分析可以确定海洋中叶绿素含量的多少，叶绿素含量多鱼类也多。瑞典渔业局深入研究了浅海兰绿藻和褐藻的不同光谱反射特性。现场检验航空多波段象片和地球资源卫星象片，认为在水深3—6米范围内，兰绿藻异形胞囊具有很强的固