

成果与应用

遥感信息传输及其成像机理研究*

童庆禧

(遥感应用研究所 北京 100101)

摘要 对遥感信息地学特征理论、高光谱分辨率遥感信息机理与地物识别、地物微波遥感信息处理与成像机理以及地表遥感信息在介质中传输规律,进行原理创新探索与实验技术研究。提出了地物粗糙表面几何参数与物理参数分离理论,阐述了相应的实验结果。在研制了先进面阵推扫式高光谱成像仪的基础上,研究分析了地物的高光谱成像规律、分类识别和信息提取。研究了多波段多极化成像雷达遥感信息机理、典型地物识别、特征信息提取和地物分类及识别方法。发展和阐述了遥感气溶胶谱光学厚度的宽带消光法,并用于北京等地多年气溶胶光学厚度资料的反演研究。

关键词 成像机理, 信息传输, 几何与物理参数分离, 高光谱, 雷达遥感, 气溶胶光学厚度

遥感信息机理和成像规律方面的研究在国外受到普遍的重视。我国的遥感发展很快, 现已有自己的对地观测卫星系统, 航空遥感也已形成系列, 应用规模不断扩大, 航空成像光谱和成像雷达技术在我国的发展使我国的遥感跃上了一个新的台阶。

本研究获得国家自然科学基金委员会地球科学部和信息科学部的共同资助, 其总体思路是选择若干在我国有优势和带动性的领域, 重点研究解决和突破某些关键理论、技术及方法问题, 促进我国遥感应用的深化, 使之在国际相关领域内形成我国特色并增强已有的地位。

1 主要研究内容及创新点

1.1 遥感信息地学特征的理论研究

提出了粗糙表面几何参数与物理参数分离的原创思维, 即小扰动模型下几何参数与物理参数的分离理论^[1,2]。通过研究推出了反演电磁参数的表

达式, 结果表明, 用寻优方法求解积分方程得到的反演这两种特征参数是令人满意的。与此同时, 还发展了土壤湿度与介电常数关系的理论和经验模型; 建立了波导长试样法、开端同轴线法、空间波法三种介电常数测试系统; 在综合分析大量野外实测光谱数据的基础上, 揭示出水体的物理光谱及遥感信息表达特征。建立了基于水体光谱矢量的多波段水体自动识别模型和华北平原试验区地学背景数据库^[3]。

1.2 高光谱分辨率遥感信息机理与地物识别研究

发展和采用了多种光谱分析和匹配模型, 成功地对含绿泥石的蚀变玄武岩和含绢云母的蚀变凝灰岩进行了区分、提取和制图; 充分利用高光谱遥感图像-光谱合一特征, 发展了基于高光谱影像的导数光谱分析模型和基于广义夹角的光谱角度填图模型。成功地实现了湿地植被的精细分类和生物

* 收稿日期: 2001 年 12 月 1 日

量制图^[4];在国内首次研制了集成多种算法和模型的高光谱遥感图像处理和分析系统(HIPAS)^[5];研究了海洋水色中来自叶绿素、悬浮泥沙和黄色物质的贡献及它们与离水辐射率的定量关系,为大范围海洋水色研究提供了依据^[6];自主创新设计和发展了具有国际先进水平的 244 个光谱通道固态面阵 CCD 推扫式高光谱成像仪实验样机^[1]。

1.3 地物微波遥感信息处理及成像机理研究

提出“波形推进吸收边界条件”新方法,进而导出边界外电磁散射均匀分布的近似值,得到足够大尺度粗糙面的电磁散射数值解;建立了岩石介电常数与岩石密度、化学组成及岩石结构之间的关系;与航天飞机成像雷达飞行同步所进行的雷达波的定量穿透性实验表明,L 波段对干沙有较强的穿透性,穿透深度可达 2.82m。

提出雷达图像自动检测点目标的方法,提高了点目标快速提取能力^[7]。提出了一种新的基于数据复合的人工神经网络模型及目标分类识别方法;研究发展了从单幅雷达图像提取目标三维信息的方法和干涉雷达数据处理软件;通过研究发现了昆仑山 5 个新的火山口和两期熔岩流,发现了植被覆盖下成层构造信息,识别出宁夏地区被干沙掩埋的明、隋两代长城^[8,9]。

1.4 地表遥感信息在介质中传输规律研究

发展了 0.75 μm 波长气溶胶光学厚度的遥感宽带消光法、高精度的调制 & Eddington 二流辐射模式和中国大气柱气溶胶和水含量的经验模式^[10]。在此基础上计算和反演了 1980—1994 年北京等 12 个地方气溶胶光学厚度的区域和时间分布^[11]。提出了一个综合应用地面气象能见度和水汽压信息确定中国大气柱气溶胶光学厚度的参数化模式;建立了北京等 20 个地方大气柱水汽含量与地面水汽压的依赖关系的经验表达式;研究发展的一个基于大气传输方程的求解方法可将地表反射率对辐射的影响分离出来,并在地表反射率未知的情况下完成计算,实现大气校正。

发展了新的土壤热惯实测方法和土壤水热耦合方程求解方法。建立多谱段水体自动识别和提取模型。发展了植被辐射传输的双层模型。通过

对华北平原地区农田蒸散和土壤水分估算及对黄淮海平原旱情进行了监测,其精度比单层模型提高了十几个百分点;发展了基于地表能量平衡方程,通过遥感图像直接计算土壤热惯量和水分的一种新的简化方法。可从遥感图像数据得到热惯量和土壤水分分布;建立了土壤水热耦合运动方程,实现了对不同层深土壤水分的估算^[12]。

2 成果的应用

本项研究所发展的高光谱成像仪、高光谱遥感植被精细分析和分类模型已被日本采纳为中日国际合作的基本技术和基本方法。依托本研究所发展的高光谱技术,已两次赴日本和一次赴马来西亚开展合作研究并探求产业化途径。在国内,已得到“863”计划的进一步支持,并作为产业化基地建设的支撑技术之一。“高光谱湿地环境研究”一文获得国际航空遥感大会最佳论文奖。

《微波遥感对地观测》一书被国际经典遥感专著《遥感手册》列为国际雷达遥感教科书之一,是亚太地区惟一入选书目。两篇多极化雷达遥感论文被加拿大航天局雷达卫星二号论证报告引用。

干沙掩埋下古长城的发现,被誉为航天飞机雷达计划应用方面的“三大新发现之一”。

0.75 μm 波长遥感气溶胶光学厚度的宽带消光法和我国整层大气可降水量同地面水汽压关系的模式已被多名学者用于研究我国气溶胶光学厚度近 30 年来的区域分布和遥感图像的大气订正。

依据本项目提出的“地理信息环境下的遥感分类方法”和“城市环境遥感监测综合实验方案”参与了“863”计划在香港的遥感实验。成功地实现了多源遥感数据的获取、处理和融合,出版了《香港揽胜——太空影像地图集》,在香港发行,颇受欢迎,香港特别行政区行政长官欣然为本图集题词。本项目获 2001 年中国科学院自然科学奖一等奖。

参考文献

- 1 陈述彭,童庆禧,郭华东. 遥感信息机理研究. 北京: 科学出版社, 1998.
- 2 李宗谦,冯孔豫. 从雷达后向散射系数反演土壤湿度与介电常数. 中国科学(E辑), 1997, 27(3): 244–248.
- 3 杜云艳,周成虎. 水体的遥感信息自动提取方法. 遥感

- 学报, 1998, 2(4): 264– 269.
- 4 Tong Q X, Zhao Y C, Zhang X et al. New progress in study on vegetation models for hyperspectral remote sensing. Proceedings of SPIE, 2000, 41(51): 143– 152.
 - 5 Zhang B, Wang X J, Liu J G et al. Hyperspectral image processing and analysis system(HIPAS) and its applications. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 2000, 66(5): 605– 609.
 - 6 Ning X, Liu Z, Cai Y et al. Physicobiological oceanographic remote sensing of the East China Sea: satellite and in situ observations. Journal of Geophysical Research, 1998, 103(10): 623– 635.
 - 7 Guo H D. Spaceborne and airborne SAR for target detection and flood monitoring. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, 2000, 66(5): 611– 617.
 - 8 Guo H D et al. Use of multifrequency, multipolarization shuttle imaging radar for volcano mapping in the Kunlun Mountains of Western China. Remote Sensing of Environment, 1997, 59: 354– 374.
 - 9 Wang X Y, Guo H D, Wang C et al. Relative dielectric constant from dry rocks. Chinese Science Bulletin, 1999, 44(24): 2 286– 2 292.
 - 10 Qiu J H. A method to determine atmospheric aerosol optical depth using total direct solar radiation. Journal of Atmosph. Sci. 1998, 55: 734– 755.
 - 11 Qiu J H, Yang L Q. Variation characteristics of atmospheric aerosol optical depths and visibility in North China during 1980–1994. Atmospheric Environment, 2000, 34: 603– 609.
 - 12 秦益, 田国良. 遥感图像大气影响校正辐射计算模型研究. 大气科学, 1998, 23

Study on Remote Sensing Information Transfer and It's Imaging Mechanism

Tong Qingxi

(Institute of Remote Sensing Application, CAS, 100101 Beijing)

The study conducted with the theories of remote sensing information in geosciences, hyperspectral and microwave remote sensing mechanism and object's recognition, remote sensing information transfer in different medium. The separation theory of geometric and physical parameters of the roughness surface and concerned experimental results have been described. Based on an advanced hyperspectral Imager developed in this project and multiband and multipolarization radar imageries the imaging mechanism of rocks, vegetation, water etc, object recognition, information extraction and classification have been studied. In this study a wide-band extinction method for aerosol optical thickness has been developed and applied in the inversion of aerosol optical features in some regions of China.

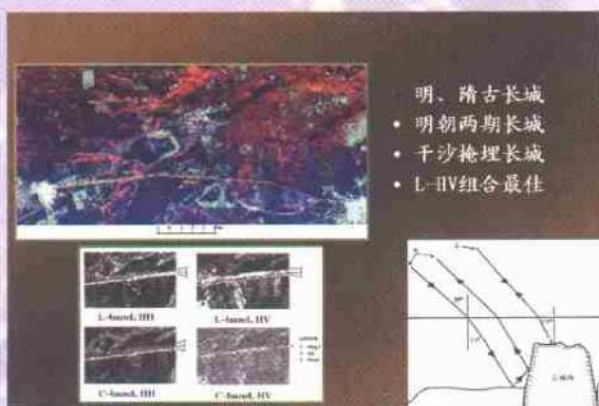
童庆禧 男, 中国科学院院士, 国际欧亚科学院院士。1961年毕业于前苏联莫斯科水文气象学院。曾任遥感应用研究所所长。兼任北京大学遥感与地理信息系统研究所所长, 地球与空间科学学院学术委员会主任。长期从事高光谱遥感技术和应用研究, 并在该领域做出显著成绩, 研究成果受到国内外同行的关注。参与和主持了自“六五”以来历次国家科技攻关和中国科学院以及国家自然科学基金委员会的有关遥感技术和应用发展项目, 并与澳大利亚、法国和日本以及马来西亚等国开展合作研究。发表论著 60 余篇。曾 13 次获国家及省部级科技进步奖, 其中两次获中国科学院科技进步奖特等奖。

(相关图片请见彩插三)

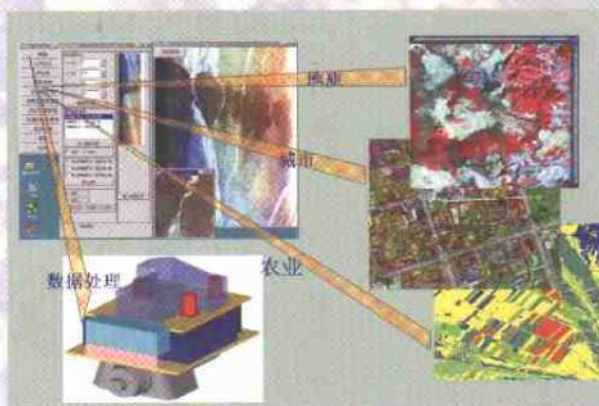
遥感信息传输及其成像机理研究



项目组专家



明、隋两代古长城的识别。通过与美国航天飞机雷达对地观测的同步试验,取得了雷达波对地表穿透性特征的重要成果。其中干沙掩埋了明、隋两代长城的发现和识别被誉为航天飞机雷达计划的三大新发现之一



高光谱遥感图像处理分析系统(HIPAS)是我国首次发展的一套包括国际预处理、精纠正、定标、匹配、可视比及系列应用模型在内的高光谱遥感影像处理、分析软件。全部中文界面,有利于将高光谱遥感影像应用于农业、城市、地矿、环境等有关领域



空间波导介电常数测试系统。该系统测试简单、结果稳定

通过宽带消光法计算和反演的1990年年平均中国气溶胶光学厚度的分布图。由图可明显看出我国济南—北京地区(1), 成都—重庆地区(2), 武汉—长沙地区(3), 塔里木盆地南部(4)是气溶胶的高浓度地区

