

# 环境遥感的学科地位

钱新强

(河南大学地理系)

## 摘要

地理科学对地理环境系统的研究是以地理信息获取的研究为基础的,后者制约着地理科学研究方法的进步,并影响了整个地理科学的发展水平。现代遥感技术辅之以系统科学等一系列先进的科学理论和技术,在地理环境系统研究中的成功应用,形成遥感技术的一个重要应用分支学科——环境遥感,其作为地理科学研究技术工具学科的地位逐渐确立。

环境遥感研究的实质表现为三个方面:(1)地理环境系统中电磁相互作用关系的充分利用;(2)遥感信息机制研究支持下的地理环境信息处理系统的结构优化;(3)地理环境系统综合分析过程标准化的实现。

环境遥感的学科地位体现为双重特征,即重要的遥感应用分支和现代地理科学研究新的技术方法。由于横跨信息科学和地理科学两大领域,环境遥感充分体现出其综合性、交叉性的学科特点。环境遥感和常规的地理研究方法,分别着重于对地理环境系统中能量信息系统或物质信息系统的考察,两者在某些方面,至少在今天看来是不能互相取代的。但是,环境遥感依靠其技术系统的不断完善、综合分析功能的加强以及对一系列非能量信息的参照和相关分析(如信息复合技术)而在地理环境系统研究的很多领域显示出独特的优越性。

同时,由于科学认识和科学技术水平的整体制约,以及学科本身的固有特性,环境遥感研究仍有其局限性。表现为遥感信息的模糊性、混合像元信息的失真问题以及环境遥感学科体系的不健全性几方面。

**关键词** 地理科学 地理环境系统 遥感信息 环境遥感 研究方法 学科地位

从现代实物信息论的意义上看,地理科学对其研究对象——地理环境系统(地球表层系统及其环境)的考察,建立在对地理环境系统“实物信息”及其获取研究的基础之上。因此,地理信息及其获取的研究,可以说是地理科学研究方法赖以支持的重要领域,而研究方法的进步水平,显然制约着地理科学发展的总体水平。

地理科学在其漫长的发展历史中,同其它任何一门科学的发展一样,研究方法的更新,依赖于人类科学认识水平和科学技术整体水平的提高。现代地理科学研究,由于遥感技术在系统思想和系统科学理论、计算机科学技术和数理模型方法等支持下的成功应用,从根本上改变了长期以来由于地理科学本身方法陈旧、理论老化与科学体系不健全而形成的徘徊不前的局面。在此基础上形成的一个重要的遥感应用分支——环境遥感<sup>[1]</sup>,其学科地位在地理科学体系中日益突出。

## 一、环境遥感研究的实质

### 1. 地理环境系统中电磁相互作用关系的充分利用

长期的研究实践使人们逐渐认识到,传统的地理研究方法(常规测量学、地图学、地理观测与统计方法等),拘泥于地理环境系统中物质信息系统的考察与把握,因而无法实现对其综合性、区域性、周期性、时空变化的多层次特征及动态特征的全面系统的认识,也就限制了地理科学本身的理论发展与体系建设。

在地理科学研究当中,对地理环境系统信息的获取,遵循实物信息获取的一般规律。实质上表现为作为客体的地理环境系统与作为主体的人工传感器系统之间的信息流动问题。虽然时至今日,人们还未能完全揭示出各种传感器统一的内在机理,但在感知地理环境信息所表达的地理环境实物具有的几何、物理、化学、生物甚至人文等多种属性时,依据的原理是一致的,即地理环境实物系统中的相互作用原理。在迄今为止人们已发现的自然物质间的核强、核弱、电磁、引力四种相互作用类型中,电磁和引力相互作用作为获取宏观和宇观实物信息的主要途径和依据<sup>[2]</sup>,正是以地球表层系统及其环境为研究对象的地理科学所感兴趣的。尤其是电磁相互作用,作为目前人类了解得清楚、在获取实物信息时利用充分的一种,正是现代电磁波遥感技术研究利用的。从其研究对象、信息获取的技术系统,到信息传输、处理、存储、应用等,在一系列方面适宜、充分地拟合了这一点,体现了当前人类认识自然界实物系统中相互作用关系的高水平,因此成为现代地理科学研究的全新技术手段,这是常规测量学等传统的地理研究方法无法比拟的。

环境遥感正是基于对地理环境系统中的电磁波能量信息系统的考察与把握,从新的角度(外层空间的航宇平台与大气层内不同高度轨道上的航天平台、航空平台),宏观、快速、周期性、多种尺度、多层次、多谱段、多时期的获取、传输、处理信息,大大延伸了人类的感官功能范围,把地理学研究中的概念逻辑思维变为直观的形象空间模型,深化了人们对地理现象的认识。环境遥感研究并力求探索地理环境系统能量信息传输与演变的内在机制,同时不断使研究过程系统化、标准化。从而为地理环境系统研究提供了一个全新的研究角度和更为有效的研究方法,基本克服了传统地理研究中的诸多局限性。

## 2. 遥感信息机制研究支持下的地理环境信息处理系统结构优化

常规的地理研究方法限于对地理环境系统中物质信息的考察,所获取的信息实质上属于表征物体物质成份、结构、形状、大小的空间特征、时间分布,以及与环境因素相关的状态的信息。这类信息一般用符号(语言、文字、图表、数码等)来表示,而这样的表示方法在宏观上难于精确而标准化地进行空间几何模拟,从而在很大程度上无法满足地理研究对地理环境系统空间组织特征的认识和把握。环境遥感所研究利用的地理环境系统能量信息,作为表征物体能量流的成份、结构及时空状态的信息,通常用三维数据或几何模拟影像表示,显然更全面地反映了地理环境信息综合性的本质特点。依据这类数据或影像建立的主观信息,也更易于全面反映客观信息的实际内涵。因为在遥感应用的过程中,从作为基本数据资料的遥感图像到体现地理环境系统实际的遥感信息,在经过必要的信息处理(图像校正、增强、识别等)形成向主观信息的第一次转化后,尚须将这些包含有效的遥感信息及无用的“噪声”的主观信息经过人或计算机控制的地面实况的反馈,上升到规则系统和理论化的过程<sup>[3]</sup>。不难看出,在充分考察直接反映地理环境动态特征的能量信息的同时,并未忽视常规研究方法对物质信息特征研究的参照作用。

同时,虽然与常规地理研究方法一样,作为地理环境系统实物信息获取的一种手段,但由于现代遥感技术是物理学理论、空间技术、电子计算机技术等多种学科知识交叉渗透而形成的一门新的综合性的横向学科,在地理环境系统研究的应用中,其信息机制的最终揭示成为可能。

### 3. 地理环境系统综合分析过程标准化的实现

环境遥感研究的一个重要宗旨是提倡从元知识系统角度,综合分析地理环境系统中的各因素的遥感信息,注重考察各种地理实物群和现象群的相互联系、相互作用及动态特征,深入分析系统本身及各级子系统横向方面的共同性和普遍性。这一点充分满足了现代地理科学对作为开放的特殊复杂巨系统的地理环境系统研究的基本要求。当然这一点的实现,正是基于地理学家对地理环境系统的成因机制、空间组织结构及其所反映的地理“实物”能量谱型的认识。因此,所谓地理环境系统的遥感信息,不仅首先包括了地理系统的电磁辐射特性谱形这一码化的地理信息,而且更重要的在于从一定程度上反映了作为光谱信息载体的物质和能量方面的特征,即包含了信息源、能量谱、地理场三者的综合意义<sup>[4]</sup>。从而依靠传感器系统、数据处理系统以及目视解译过程等把地理环境系统、地理环境系统的电磁相互作用关系特征以及遥感信息几方面稳定而可靠地联系在一起。

实际上,地理环境系统的遥感信息单元本身已不只是空间平面辐射特征的体现,它全面反映了具有四维时空变化特征的多层平面、多级结构的地理综合体。其像元光谱特征体现为多波段影像密度数据的综合;其像元地学特征体现为T(时间)、L(地点)、M<sup>-1</sup>(比例尺)、G(地质地貌)、H(水文)、S(土壤)、V(植被)、U(土地利用)……等方面的综合<sup>[4]</sup>;其像元时相特征表现为不同周期、不同年份、不同季节、不同日期地理环境系统能量信息数据的综合。因此,作为综合体的遥感信息单元来反映同样作为综合体的地理环境系统单元,其意义不仅在于地理环境系统分析过程中对于各地理要素空间几何特征匹配本身,更重要的在于我们可以利用最基本的遥感信息单元及其组合,去直接全面考察地理环境系统多因素四维时空变化的综合特征,在很大程度上避免了传统地理研究方法进行地理综合分析时主观因素的作用,其进步性是不言而喻的。

需特别强调指出,遥感信息对地理环境系统的空间几何模拟,不仅表现为像元与地理实物之间独立个体的对应关系,而且更重要的是图像像元本身并不孤立存在,多个像元相互组织的像元群体组合、以及彼此沟通形成的网络系统,客观地反映了地理环境系统中各等级系统间以物质流和能量流彼此沟通的空间组织结构。或者说,地理环境系统中各地理实物的群体组合特征,以一定程度反映在遥感图像上形成再造图案。这一点对于地理系统研究具有至关重要的意义,它意味着以遥感信息为主要信息源直接进行地理环境系统各种尺度的空间组织结构研究,在理论上是成立的。而诸多研究实例表明,其在具体研究实践中也是充分可行的<sup>[4]</sup>。

现代遥感技术作为信息科学的重要应用分支,充分借鉴了信息科学中一系列重要的分析方法。环境遥感研究中,对地理环境系统的宏观整体研究,遥感信息复合技术显示出独特的优越性。它运用多时相、多平台、多波段以及多种空间信息的有机匹配复合,以达到多种信息源相互补充、相互印证,并可直接进行相关分析。更重要的是,这种信息复合可在统一的空间地理坐标系统中直观地显示出来,并将全部综合信息纳入标准化的、以遥感信息为主体的信息处理、存贮、检索和应用系统中去,形成包括完备的数据库系统在内的遥感地理信息系统。因此,环境遥感研究的深入,将使其不再限于与传统地理研究方法相对应的对地理环境系统能量信息系统的研究利用,而上升为对地理实物物质信息与能量

信息的综合考察。

## 二、环境遥感的学科地位

### 1. 地理科学研究的技术工具学科

从上述问题的讨论，可以认为遥感在地理科学研究中的渗透是必然的。随着研究的深入，遥感应用分支之一的环境遥感作为地理科学研究的技术工具学科的地位也越来越明显。从某种意义上说，遥感的绝大多数应用领域都与地理科学研究密切相关。图 1 的内容简单地示意出环境遥感的学科地位。在诸多应用领域中，环境遥感以其历史久、发展全面、经验丰富、技术成熟的特点，有力地支持了作为信息科学重要分支的整个遥感学科的理论发展和体系建设(遥感，以信息的一种特定形式——遥感信息为研究对象，研究其机理、搜集、传输、处理、存贮、分析与应用等，当然归于信息科学范畴)。因此，横跨信息科学和地理科学，环境遥感充分体现了其综合性、交叉性的学科特点。

对图 1 的内容需要强调的一点是，地球表层系统是环境遥感与地理科学常规技术学科共同的研究对象，但环境遥感只是遥感在地球表层系统研究应用中的一个方面。因为地球表层作为人与生物圈、大气圈、水圈及岩石圈的多种因素的复合体，在每一因素的研究方面分别形成各自独立的、并不隶属于地理科学体系的学科部门。只有作为开放的特殊复杂巨系统(由于在主观意识作用下的人的参与)，探讨地球表层系统中各圈层系统之

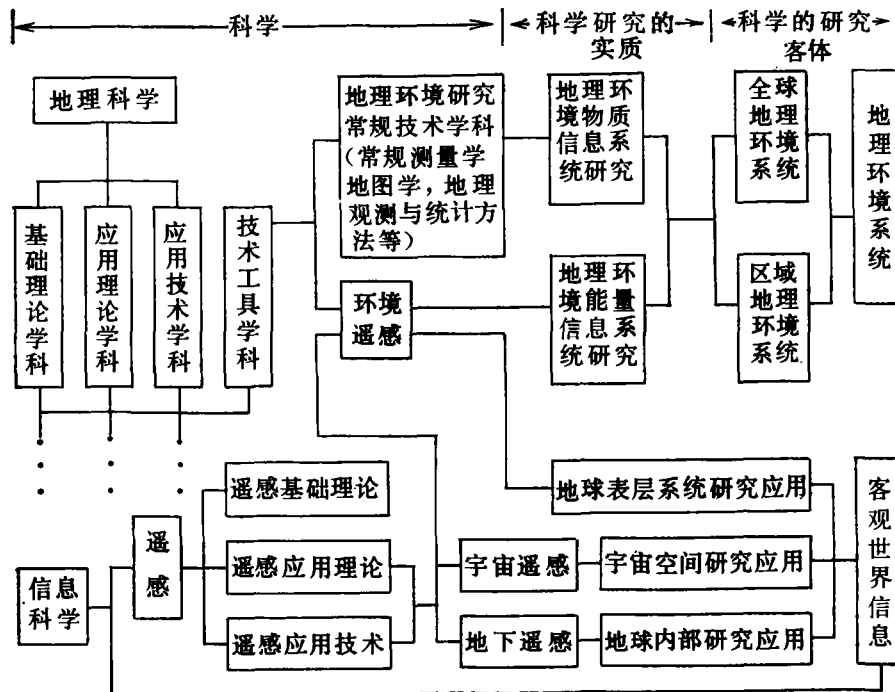


图 1 环境遥感学科地位示意

Fig. 1 Block Diagram of the Subject position of Environmental Remote Sensing

间、人类社会系统与四大圈层系统之间, 它们的相互关系、综合作用的过程与时空组织以及彼此之间的综合协调内容, 地球表层才成为现代地理科学的研究对象——地理学家谓之地理环境系统。从这种意义上理解, 地球表层系统与地理环境系统两个概念的外延是否可以说并不完全相同。因为同一种研究客体, 对于不同的科学部门而言, 会随着研究角度的不同, 产生不同的理解。也就是说, 任何一门科学都很难包容其研究对象的全部内容, 过分夸大其科学地位是不适宜和有害的, 对于地理科学的理解当然也应如此。因此, 地球表层系统作为科学研究的客体, 并不独立的、唯一的成为地理科学的研究对象, 以环境遥感等作为技术工具学科的现代地理科学, 它所研究的“地球表层系统”的内容才是“地理环境系统”的基本内涵(换言之, 现代地理科学以地球表层系统为研究对象, 地理学家将地理科学的研究对象称为地理环境系统)。从上述讨论我们还可以说, 环境遥感也并不只作为地理科学的技术工具学科, 因为对地球表层系统的研究应用, 显然只是遥感应用的一个方面, 而且遥感技术对地球表层系统的研究应用也并不只是为地理科学服务的。同时, 正因为如此, 我们可以说环境遥感与遥感技术在地球表层系统研究中应用形成的其它专门分支, 诸如水资源遥感、农业遥感、林业遥感、地质遥感、军事遥感等等相比, 在研究对象的层次、性质等方面都是明显不同的。

## 2. 环境遥感的学科局限性

由于科学技术水平的整体制约, 在地理环境系统研究中遥感技术的应用仍有其局限性。比较突出地表现在以下几个方面。

其一, 遥感信息的模糊性。由于某些地物场信息的差别本身所固有的不分明性、远距离获取遥感信息过程中诸多因素干扰以及地理环境系统本身的特殊复杂性, 使得遥感研究中很难求得地理实物辐射能量与影像灰度值之间严格对应的定量数学关系。而且对遥感信息的这种模糊性及其程度, 在具体的遥感研究中并未认识清楚, 往往经验地规定一些独立的灰阶集合——解译标志或训练样方, 导致单纯依靠遥感影像进行地理实物识别或分类时精度偏低。虽然可以设想把不同地物的影像灰阶构成的集合作为模糊集合处理, 在数学上建立一个与之相应的隶属函数, 来确定地物过渡间像元的类属<sup>[6]</sup>, 但在技术实施中要使之相对成熟可行, 毕竟还需要时间。

其二, 混合像元问题。由于遥感技术系统水平的限制, 遥感图像上的混合像元不仅使得地物辐射场反映在影像上的亮度特征发生变化, 而且使地物结构、状态特征在影像上也发生畸变, 具体表现为增大、变小、位移及消失等。

其三, 学科体系不健全。由于整个遥感学科发展历史尚短, 环境遥感研究亦需进一步深入, 作为地理研究的技术工具学科, 目前还没有建立起相对成熟完备的理论体系, 过多的内容还停留在学科发展的低层次——应用技术阶段, 虽然应用理论的研究不断深入, 但基础理论研究在很多领域还是空白。例如, 地理环境系统遥感信息传输的机理, 目前还没有彻底认识它的过程<sup>[7]</sup>。在遥感信息定量分析方面, 多数的信息解译模式还停留在“统计”阶段, 物理模型的研究建立才刚刚起步, 十分薄弱。而从概率统计来分析地理景观与遥感信息的相关提高到剖析地理景观的发生、发展过程与遥感信息传输之间的内在联系, 还需要多学科的合作, 特别是地理科学、环境科学、信息科学相互渗透, 从系统科学理论的高度

进行综合研究。

### 参 考 文 献

- [1] 王西川、钱新强,环境遥感——原理与图像分析,河南大学出版社,1990。
- [2] 潘和平、唐粮,实物信息获取中的相互作用论,遥感信息, No. 4, P.43—44, 1986。
- [3] 承继成、李琦,从信息论看遥感,遥感信息, No. 2, P.44—46,1986。
- [4] 郑威,自然资源与环境的遥感信息载体,遥感信息, No. 1, P.34—36, 1987。
- [5] 王玉如,微机地理信息系统及综合分析评价模型研究,遥感应用的实践与创新, P.70—80,测绘出版社,1990。
- [6] 承继成、李琦,遥感信息的机制与模糊性,遥感信息, No. 3, P.36—37,1986。
- [7] 陈述彭,遥感应用的实践与创新·序,测绘出版社,1990。

## The Subject Position of Environmental Remote Sensing

Qian Xinqiang

(Department of geography, Henan University)

### Abstract

The research of geography science about geographic environmental system is based on the acquisition of geographic information. The latter restricts the improvement of geographic researching methods and influences the development of the whole geography science. With the help of a series of advanced scientific theory and technology, such as systematic science, the advanced remote sensing technology is successfully applicable to the research of geographic environmental system. Thus the environmental remote sensing—the important branch subject of the remote sensing technology applying has been formed. Its position as the scientific tool for geography science has thus been gradually established.

The essence of environmental remote sensing includes three aspects: (1) The full use of electromagnetic interaction in geographic environmental system; (2) Seeking better structure of geographic environmental information handling system under the support of remote sensing information mechanism researching; (3) The realization of standardization in the process of geographic environmental system's synthetical analysis.

The subject position of environmental remote sensing shows both specific property, they are important subject of remote sensing applying and new technical methods of modern geographic science researching. Because environmental remote sensing stretches into the great fields of information science and geographic science, it fully shows synthetic and intersecting characteristics. Environmental remote sensing and conventional methods of geographic science emphatically inspect energy-information system and substance-information system respectively. In some respect, they can not be replaced by each other up to now. But environmental remote sensing depends on the unceasing perfection of its technical system and the strengthening of synthetical analysis function and the interrelation in a series of non-electromagnetic information (such as information overlap technology), it shows unique advantage in many fields of geographic environmental system.

At the same time, owing to the restraint of scientific cognition and technological level and the inherent peculiarity, the research of environmental remote sensing also has some limitation. They are somewhat indistinctive of remote sensing information and unreatily of subpixel information and unperfect subject system etc.

**Key words** geographic science geographic environmental system remote sensing information environmental remote sensing researching method subject position