

典型地物波谱库的数据体系与波谱模拟

苏理宏¹ 李小文^{1,2} 梁顺林³ 王锦地¹

(1. 北京师范大学 遥感与GIS研究中心 北京 100875;

2. Center for Remote Sensing and Dept. of Geography, Boston University, Boston, 02215, MA, U.S.A.;

3. Department of Geography, University of Maryland, College Park, MD 20742 U.S.A.)

摘要: 本文讨论典型地物波谱知识库的数据体系与地物波谱模拟的相关问题, 并给出波谱知识库支持的农业定量遥感应用示例。波谱知识库的数据体系强调波谱参数与环境参数的配套, 波谱数据测量是在相关规范的支持下完成的, 质量控制贯穿于数据采集的全过程。波谱模拟通过遥感物理模型完成, 模拟波谱计算包括地表参数的时间、空间扩展与遥感物理模型运算。最后以作物生长模型结合植被组分光谱模型和冠层遥感模型为核心, 构造了定量遥感的农业示例。

关键词: 遥感波谱; 定量遥感; 遥感模型; 尺度转换; 波谱模拟

中图分类号: P23

1 引言

地物波谱研究是遥感理论与应用技术发展的基础。遥感技术是以电磁波辐射为表现形式, 通过各种有效的手段来收集、处理、分析和提取所需要的特征, 识别所研究的对象的存在、状况和动态的目的^[1]。近年来, 定量遥感已成为新世纪遥感科学发展的最显著特征, 而定量遥感研究离不开地物波谱数据库以及相应的遥感知识库和模型库的有力支持^[2~7]。然而, 国内外现有的波谱数据在数据测量的规范性、测量参数的完整性、波谱测量的系统性等方面都存在许多的不足, 不同尺度测定的波谱数据之间脱节, 与遥感图像信息无法关联, 甚至连混合像元分解所需的端元(endmember)波谱通常都无法提供。《我国典型地物波谱数据库》将建立一个集波谱测量数据(含典型地物的典型遥感图像数据)和遥感先验知识数据(含遥感分析模型)于一体的典型地物波谱知识库, 为定量遥感的理论与应用研究提供一个系统化和专业化的遥感波谱科学实验平台。波谱知识库建设主要涉及3方面的工作: (1) 实测结构与光谱数据, 回答有什么数据, 是如何观测

的, 重点是观测方法、测量精度、环境参数的描述。(2) 收集分析遥感物理模型, 评价模型的适用范围, 回答在用户的工作环境下有什么适用的模型, 模型的依据是什么, 研究各模型的适用条件、模型元数据和模型共享的方法与技术。波谱知识库从材料(material/component) —端元(endmember) —像元(pixel) 3个层次上收集、整理遥感机理的解析模型和计算机模拟模型, 并以这些模型来外推和内插遥感像元的可见光到热红外波段的波谱。我们以地理信息系统支持构造多尺度数据模型、支持像元(景)合成模型和地形纠正模型, 并通过模型元数据和模型自主代理机制组织和管理遥感机理解析模型和计算机模拟模型库。(3) 知识共享服务系统, 回答如何在计算机上组织数据和模型高效服务于用户, 方便地在因特网上远程获取典型地物结构和波谱信息, 并可以与系统交互获取参考波谱知识。主要工作是基于组件和分布式计算技术建立数据和模型实时服务系统, 研究多类型、多尺度、多时相、空间定位数据的组织与管理及基于元数据的数据与模型连接。典型地物波谱数据库的创新和特点主要体现在:

收稿日期: 2002-08-21。

资助项目: 863计划(863-103-05-02), 973项目(G2000097700), 北京市自然科学基金重点项目(6021002)资助。

作者简介: 苏理宏, 男, 1965年生, 博士; 研究方向: 遥感物理模型和地理信息共享。

(1) 在采集典型地物波谱数据的同时, 采集完备的科学配套的环境参数, 以支持定量遥感的参数反演;

(2) 在尺度转换理论指导下^[8], 进行典型地物的波谱测量与配套环境参数测量, 从根本上解决地物波谱数据与遥感图像信息脱节的现象; 波谱库不仅提供材料波谱, 而且提供端元波谱和像元波谱, 做到遥感光谱维与遥感空间维的有效结合;

(3) 以典型地物的波谱数据观测数据为基础, 归纳挖掘扩展产生知识库, 最终形成数据库、知识库、模型库三维一体的数据库, 从而提高了地物波谱数据库的使用价值。

2 地物波谱数据体系

波谱库的数据体系由遥感实验测量数据、地表先验知识数据和遥感图像数据组成。从波谱库的目标出发, 定量遥感典型地物波谱库由波谱测量数据库, 地表先验知识数据库, 遥感模型库, 波谱图像数据库等数据与模型实体组成^[9]。

2.1 波谱数据的组

(1) 波谱测量数据: 如植被、土壤、水体、冰雪、岩矿和人工目标 6 个典型地物大类, 遥感地面实验数据由遥感地面实验获取, 使典型地物波谱测量与环境变量 (environmental variables) 测量最终能获得规范、配套、完备、有效的数据集。环境参数在此特指为被测目标的空间结构参数、生理生化参数、小气候参数以及其他与波谱数据相配套的参数。完整的地面实验数据体系应由以下 6 个方面组成^[2]: 观测数据, 仪器观测数据, 测点状况数据, 观测方法和数据处理方法的说明, 观测人员信息, 观测数据之元数据: 元数据包括观测数据项的定义, 数据格式和数据库现存数据的状况。

(2) 波谱影像数据: 波谱影像数据包括经过严格标定的近地表平台, 航空平台, 航天平台, 国内外多种光谱分辨率、多种空间分辨率、多种时间分辨率、多角度、多时相的遥感图像样本数据。

(3) 地理空间数据: 地理空间数据主要指地形地貌、土壤、植被与土地利用等地理空间数据, 还包括多年的气象和其他地表参数的数据和图件。

(4) 植被知识数据: 植被数据主要指植被生长有关的植被典型空间分布模式和生物物理参数; 以及农作物物候期与耕作方式数据, 各生长期的植被结构与理化参数等。

2.2 面向典型地物的波谱数据模型

以面向对象的设计建立全局数据模型以支持波谱库运行, 它是波谱库的主线和导航图。全局数据模型的设计是面向对象的, 核心是典型地物, 以典型地物为主线串起遥感实验测量数据库、地表先验知识库和遥感物理模型库。图 1 是波谱知识库数据概念模型。

2.3 波谱数据获取

充分利用现有数据, 按照规范的要求, 采集国内外已有典型地物波谱数据。鉴于现有波谱数据大多缺乏配套环境参数, 《我国典型地物波谱数据库》将借助实验室-野外实验场-航空-航天 4 种实验样式, 测量材料-端元-像元 3 个层次以农作物为主的多尺度典型地物波谱数据和相应的环境参数。

(1) 现有波谱数据收集。采用无偿征集与有偿购买相结合的方法收集与整理我国已有波谱数据, 通过协作等方式获得国外的地物波谱数据。根据数据的质量和观测环境参数的配套程度等制定波谱数据的分级标准, 按照新的地物波谱测试技术与规范的要求对波谱数据做适当处理, 并增补应用这些波谱数据所必需的相关信息 (数据观测环境的描述), 使之符合新规范的形式。

(2) 实验测量的地物波谱是波谱知识库的核心, 涉及典型地物的分类与特性描述, 数据获取规范的建立, 数据采集, 数据处理, 数据质量控制等 5 个方面。由于大气既是地表遥感信息传输的介质, 同时也是遥感的目标之一, 故典型地物除植被、土壤、岩矿、冰雪、水体、人工目标 6 大类典型地物外, 大气作为第 7 类观测目标。

波谱观测实验有实验室-地面-航空-航天 4 种样式^[11], 所得波谱数据则有材料-端元-像元 3 个观测尺度。应当按照实验的不同样式和波谱观测的不同尺度, 规定典型地物的定义和分类方法, 制定不同尺度之典型地物的分类规范, 保证对典型地物的环境变量的种类和特征参数准确表述。值得注意的是制定分类规范时, 应考虑到不同尺度下典型地物的转换。对典型地物环境参数的正确描述, 使波谱数据具有实用价值。环境变量的描述和测量充分考虑不同尺度之典型地物的材料、结构、时相变化。以农作物植被为例, 有作物组分和冠层的波谱 (反射、透射、发射与偏振), 单株植被之生长阶段和形态结构 (如叶型) 的描述, 植被组分 (根、茎、叶、果) 的结构和生化理化参数的测量, 群体植被

(播种方式等植被空间分布模式、LAI和LAD)之描述。土壤则有光谱特性(反射、发射与偏振)和理

化、结构及含水量等环境参数。

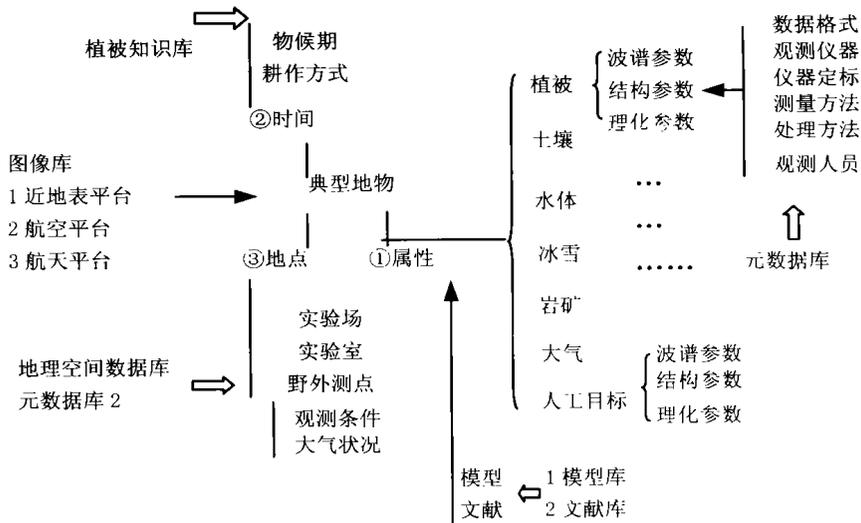


图 1 波谱知识库实体间关联示意图

Fig. 1 Data framework of knowledge base

数据获取规范以典型地物波谱数据和环境变量的配套为特色，着重考虑地面、实验室测量与遥感应用中不同观测视场、观测数据的尺度转换需要。典型地物波谱的测试技术与观测规范从波段范围分为可见光/近红外- 红外- 微波，从实验样式分为实验室- 地面- 航空- 航天 4 种（综合遥感试验涉及多种实验样式），从测量目标分为材料- 端元- 像元 3 个尺度；强调在观测实验中对典型地物波谱和环境变量的同步或配套测量；并根据实验的观测尺度确定测量采用的技术和方法，推荐测量仪器和技术要求。规范的编制应包括以下基本内容：规范适用范围；典型地物定义和分类；测量内容（包括直接测量物理量和导出参数的定义和描述等）；测量要求（包括测量仪器、仪器的技术要求、仪器的标定和标准等）；对具体观测项目的测量方法和技术要求（包括测量步骤、技术保证等）；与地物波谱观测和配套参数的测量、收集和记录规范；观测数据说明和记录格式。

数据采集在 3 个范围上展开：实验室与试验场之波谱测量。综合示范实验区测量试验与应用示范，在综合遥感试验场选择多种典型地物，以遥感定量反演和地物精细识别等为目的，开展波谱以及配套参数的测量；检验试验测量规范，培训试验人才。全国典型实验区典型地物波谱数据的测量，

以获取农作物、森林、草地、土壤（与植被互为环境的土壤、沙漠等）、水体和人工目标等典型地物不同尺度的多光谱、多角度、多时相波谱和观测环境参数数据。

数据处理按 3 步进行：测量数据预处理：包括数据纠错，数据物理量的转化，数据定标和数据质量分级等；测量数据的标准化与规范化，包括各间接测量参数的反演，数据的配套，数据的规范化和标准化等；不同仪器采集和处理的数据协调，比较实用的方法是在仪器定标的前提下，各种波谱仪进行对比测量，即在相同的条件下，同时测量同一目标，进行归一化处理，分析各仪器的误差，以精度高的仪器为准，进行误差订正。

(3) 地理空间数据收集。对现有的地理空间数据，如地形、土地利用和土壤等，波谱库采用数据原来的体系不做改动。对需要自行准备的数据，如农作物区划、品种与物候等，波谱库制定数据分类体系、编码规则、设计建造空间数据库并进行质量检查。编码遵循通用性、唯一性、易操作性、可扩充性和节省空间的原则。地理空间数据库设计包括坐标系统、波谱库采用的平面坐标系统，以便面积、长度或位置的量算。从地球球体坐标系统到平面坐标系统的转换会产生一个或者多个空间特征（如面积、形状、距离）的畸变，故需要选择适当的

地图投影。地图投影, 由于波谱库重视像元的面积精度, 希望经过投影后的空间特性中面积误差最小, 因此, 选定等面积割圆锥投影。比例尺以基于可得到的数据情况而定。底图建立一个地理空间数据库的基础地图, 是其他数据比例尺和精度的基准。控制点选取和编号。在ARC/INFO系统中, 每幅地图至少应有4个控制点。为便于管理和使用控制点的编号应与对应的地图文件名有联系。

地图命名, 既要便于计算机操作, 又尽量符合习惯用法。层设计, 突出地理空间信息对定量遥感应用的支持。地理空间数据库的质量控制通常包括空间数据和属性数据的质量检测2个方面。

2.4 波谱数据分级检索

波谱知识库中6大类地物(植被、土壤、水体、冰雪、岩矿、人工目标)的波谱特征有显著不同, 其中植被波谱是随时间而变化的, 而且同样的植被组分波谱在不同的冠层结构下植被群体的波谱也不同。依据所收集波谱数据和相应环境参数的详略程度, 地物波谱在2个层次上探讨:

(1) 比较粗的、概念化的、定性的; 无相应的结构和环境参数相联系。

(2) 精确的、定量的; 有确切的结构和环境参数。

虽然, 波谱数据总是有采集地点的, 但这里更强调各类地物波谱的物种间的相异性和物种内的相同性。这里涉及到典型地物波谱特征的定性和定量分析, 期望用简洁规范的语言和图表来表达我们对各种典型地物波谱的理解, 以供广泛的用户参考;

是地物结构参数的规范描述, 以利于遥感专业人员共享, 提供建模数据。

3 地物波谱的模拟

遥感实验测量总是在特定的太阳和大气条件下, 以特定视场大小在离散时间点上进行的, 而具体应用能够使用的遥感数据可能具有不同的地域、空间分辨率、时间、太阳光照角度以及大气条件, 于是, 一般收集地面测量数据, 波谱数据不可能直接满足用户的要求。所以使用基于遥感成像机理的计算机模拟模型和遥感物理模型在空间尺度和时间尺度上外延遥感地面测量, 预测任意光照和观测以及大气条件下的地物波谱供用户参考。换言之, 在空间上, 我们主要采用遥感物理模型和计算机模拟模型, 将实验室和野外实测的波谱数据向上尺度转化

到航空/航天遥感尺度上的波谱数据; 在时间上, 通过作物生长模型、植被在不同生长期结构测量参数的内插, 获得任意时间的植被结构参数, 参考实测和模拟组分波谱数据, 使用遥感物理模型和计算机模拟模型任意时间的植被波谱数据, 实现波谱数据在时间上的拓展。地物波谱模拟采用计算机模拟和遥感物理模型, 在空间尺度和时间尺度上外延遥感地面测量, 预测任意视场、光照和观测以及大气条件下的地物波谱曲线, 供用户参考。

3.1 波谱模拟流程

典型地物波谱库的波谱模拟是面向遥感应用的, 期望用户交互提出地物/地点、日期时间、观测角度、成像波段、空间分辨率, 知识库实时提供地物波谱曲线及精度说明文件。图2展示了波谱模拟的流程。

3.2 植被参数时间尺度扩展

植被波谱和结构是与时间有关的。实验不可能测量所有任意时刻的植被结构参数, 当用户要求的时间无测量数据时, 使用模拟方法完成植被参数的时间扩展^[12]。波谱知识库已收集了若干品种玉米和冬小麦整个生长期的结构、理化和波谱数据。农作物参数的时间扩展有2种方法, 基于植被的物候期和耕作方式, 物候期用于计算植株个体各种参数随时间的变化, 耕作方式用于构造植被冠层群体; 基于作物生长模型……。按植被参数的抽象程度, 植被结构参数是2个层次的: 即统计意义的冠层参数, 如叶面积指数, 叶倾角分布, 像元内冠层的分布模式, 如是行结构或随机或成丛的; 植株结构参数, 如叶高, 叶的长宽和叶型等植株参数, 以及茎间距、株间距等冠层参数。物候期、耕作方式和植物形态学模型是植被参数时间扩展的必要知识准备, 以专家系统方式组织知识, 完成时间扩展是合适的方法。

3.3 地表参数空间尺度转换

波谱知识库的地理空间数据库中有数字地形模型、地表覆盖类型、土壤图等数据。当用户在地图上划定工作区后, 从中可以得到该区域的数字地形模型和地表覆盖, 以支持模拟该区域的波谱。这里涉及到数字地形模型和地表覆盖类型的成图比例尺、遥感物理模型的建模尺度以及用户选取的卫星影像的空间分辨率可能互不相同的3个空间尺度。同时数据是在3个指标体系下转换: 即波谱地面实验数据的指标体系, 地理空间数据库的指标体系和模拟模型参数的指标体系。3个指标体系会有所差

异, 这需要确定 3 个指标体系之间的关联和转换机制。除一些简单的对等转换外, 涉及到同一体系下的尺度转换, 不同体系下的数据转换, 在恰

当尺度上运行遥感物理模型。为了确保数据在系统内的自动转换, 元数据应说明指标体系的数据项组成, 数据项之间的层次关系和数据的存储管理格式。

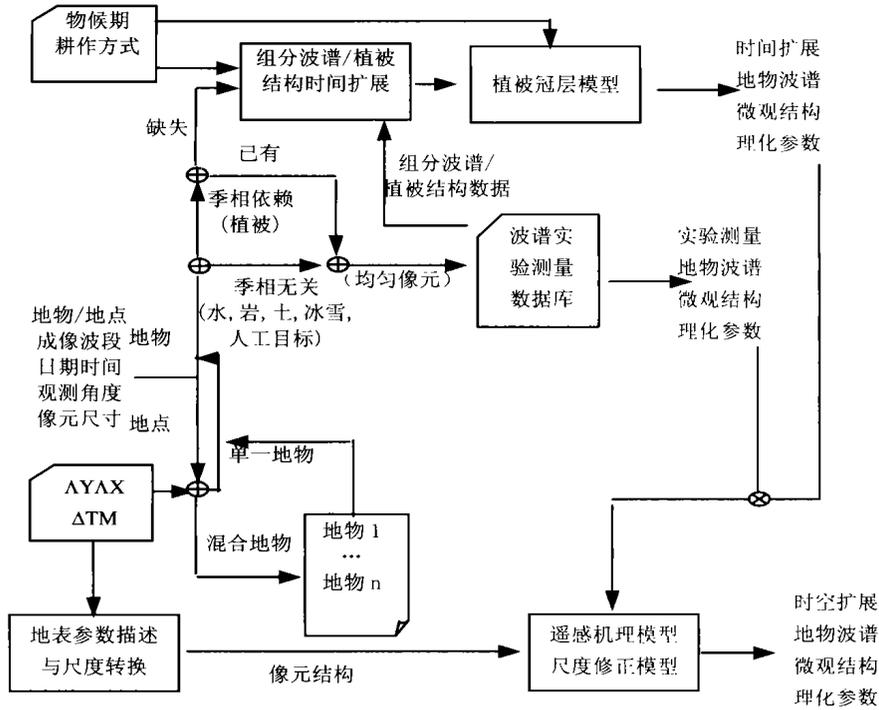


图 2 波谱知识库波谱模拟流程
Fig.2 Workflow of spectrum simulation

波谱模拟以用户要求的像元空间分辨率为基准, 数字地形模型、地表覆盖类型的成图比例尺和遥感物理模型的建模尺度转化向它靠拢。数字地形模型和地表覆盖类型图的最大比例尺是一个关键指标。当卫星数据的分辨率比它们的尺度更细时, 数字地形模型和地表覆盖类型为此影像像元提供的将都是均一的地面数据, 即不需要尺度转换, 物理模型也可以直接使用。目前民用卫星 IKONOS 是 1m 空间分辨率, 相应的地表先验知识应是基于 1:1 万地图的, 由于常用的 SPOT、ETM 等影像为 10m 到 30m 空间分辨率, 所以数字地形模型和地表覆盖类型等地表先验知识以 1:10 万地图为佳。1:25 万或 1:30 万地图也可以。如 MODIS 和 AVHRR 等数百米到 1000m 空间分辨率的影像, 则需要尺度向上转换, 这要求概括和抽象, 应给出地表参数的定量描述。比如说, 虽然有 1m 空间分辨率的 DTM, 但定量遥感是在 1km 像元尺度上进行的, 需要的是 1km 尺度上对地形地物非常简洁的描述。这时 100 万个高程点显然不如“横看成岭侧成峰”的简洁更

有益于模型运行和反演^[8]。

作物生长模型、物候律和热红外遥感模型参数通常应用气象数据, 气象数据是基于气象台站的, 而波谱模拟和遥感应是在整个空间上展开的, 这就要求将点统计数据空间拓展。除数据外, 原本面向点数据的模型也应将参数格式完善到可接受面数据。

模型的输入/输出参数归为 3 种类型: 数字 (N)、字符 (C) 和图像 (I)。数字型参数用浮点数矩阵表示, 以行优先排列, 数之间用逗号隔开, 字符型参数用双引号把字符串括起来。数据一行排不下时可以多行连续, 各参数以“;”结束。图像型参数用双引号把图像文件名(含扩展名)括起来。模型的输入/输出参数用文件传递, 文件名为: 模型名.inp 或 out。文件第 1 行为“< input | output>, 参数个数;”。第 2 行起各参数, 数字型参数格式为“< 参数名>, N”; 矩阵行数, 矩阵列数, 数据维数, 行优先浮点数组; 字符型参数格式为“< 参数名>, C, ”字符串“;”; 图像型参数格式为“< 参数

名> , l." 图像文件名 . 扩展名 " ; ; "

3.4 像元波谱的模拟

模拟模型的选择依赖以下 3 个要素:

(1) 观测角度, 这涉及到影像的成像角度与太阳的照射方向, 它对MODIS 和AVHRR 宽幅扫描的影像是必须考虑的。BRDF 的研究已经阐述了太阳方向和观测角度的重要性, 对明显引入角度因素的MODIS 和AVHRR 等影像, 角度订正是必要的。

(2) 成像波段, 可见光、近红外、热红外和微波波段各有不同性质应分别处理。这涉及到各种遥感物理模型。卫星影像是在大气层外成像的, 大气的纠正是必要的, 但波谱库并不做大气纠正, 它只提供大气纠正的参考算法和建议。大气纠正有 2 个途径, 其一基于卫星图像的大气纠正, 认为经过处理后, 得到的影像就是地面的地表能量。其二使用大气纠正软件如 6S 或MODTRAN 用以从卫星影像上剔除大气影响。

(3) 建模尺度, 遥感模型的建模空间尺度从叶片、冠层到混合像元, 有多个层次, 有些是机理, 有些是经验的。然而卫星图像有多种空间分辨率, 如从 1m IKONOS 到 1000m AVHRR, 但是用于预测地物波谱的遥感机理模型往往是在某一特定空间分辨率下建立的, 如LS 几何光学模型是在 80m 空间分辨率下建立的, 它假设一个像元可以倾斜但内部是平整的, 但当卫星图像的像元尺度为 1000m 时, 像元内地形的起伏将不得不考虑, 而且起伏地形对像元波谱的影响可能远大于地面上的树木。这里有 2 个途径可解决这个问题, 其一: 在新的尺度下重建机理模型, 在建造过程中将地形因素显式的考虑进去。其二: 采用已有的机理模型, 但根据 1000m 尺度上地形的定量描述来修正机理模型的结果。解决方案二似乎更为合理, 因为方案一, 若要在模型中考虑地形因素, 同样不得不涉及地形的定量, 而且我们不太可能为各个不同的卫星图像分辨率设计各自的机理模型。

模型选定后代入 时间扩展的植被参数, 空间扩展的地表参数, 波谱实测数据, 即可预测模拟用户给定 地物/地点, 成像波段, 日期时间, 观测角度, 像元尺寸下的地物波谱。

可见波谱知识库这个概念, 实际覆盖了定量遥感的多个方面。波谱知识库的系统设计也是围绕用户所提问题展开的, 波谱模拟中的数据流程由图 3 展示。

4 波谱库支持的定量遥感农业应用

基于波谱库的农业应用系统以作物生长模型或植被统计模型为主线, 在测量波谱数据和先验知识数据支持下, 结合定量遥感模型的反演, 给出基于像元的叶面积指数、氮等植被生物物理和生物化学指标, 以及精度和可行性等质量评价指标。

作物生长模型输入的是水、肥、温度等气象和农学参数, 输出为干物质、叶面积指数等作物生长状态的参数^[13]。植被统计模型依据在作物不同生长期测量的个体(如叶形)和群体(如 LAI, 含氮量和叶绿素含量等)特征来插值全生长期参数。通常精度高的作物生长模型需要的参数多, 而且大多数农学参数需要田间试验获取, 费用高, 不易实施。对于较稳定的农学参数如耕地条件和栽培习惯等, 收集耕地与土壤肥力等地理空间数据, 并按品种调查应用区的耕作方式等农业知识数据, 建立先验知识库; 而当年的施肥和灌溉等多变参数, 可以设采样点动态获得以修正先验数据。由此, 农学参数可基本得到, 作物生长模型或植被统计模型可以初步计算作物生育期内任意时间的生长状态生物学参数, 它们将作为遥感物理模型反演和正演的初值。

基于遥感物理模型, 使用经几何和大气纠正的航空、航天遥感图像, 可以反演 LAI 和冠层含氮量等植被生物学指标。首先在地理空间数据库和波谱数据库的支持下分解混合像元, 得到农作物冠层波谱。再根据作物生育期选择适用的冠层波谱模型反演植被参数, 反演所得参数应该被认为比初值有更高的准确度; 对行播的农作物, 在作物出苗不久尚未成行时, 可以看作是离散的, 使用离散植被模型如 LS 几何光学模型; 作物发育成行后, 可选用行播作物模型如 Kimes 模型; 封垄后则应采用连续植被模型如 SAL 模型。使用合适的热红外模型还可以反演冠层/土壤温度和土壤含水量。

由农作物的生物学参数, 使用叶片波谱模型如 PROSPECT 可得叶片波谱, 耦合冠层模型如 SAL 可得作物冠层波谱; 再根据遥感图像的成像条件, 如太阳位置和观测方向, 在地理空间数据库和波谱数据库的支持下, 合成混合像元波谱。大气的处理有 2 个相反的途径, 纠正遥感图像的大气影响获得像元的地表波谱, 在合成出的像元波谱上耦合大气效应, 得到大气层顶的波谱。

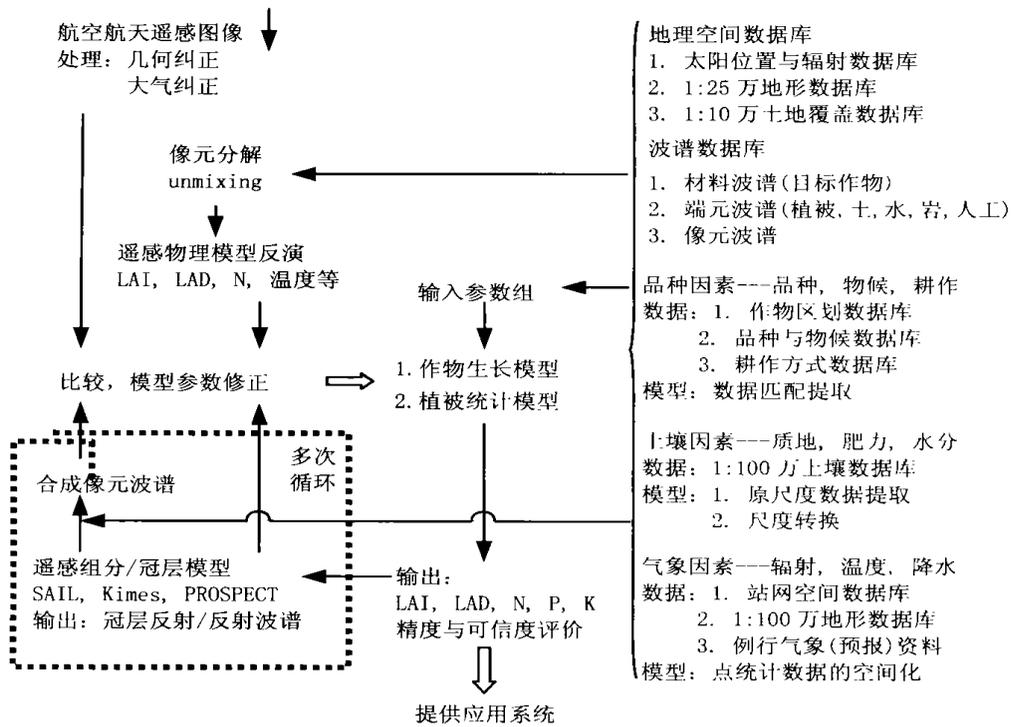


图 3 基于波谱知识库的农业定量遥感应用

Fig. 3 Agriculture remote sensing applications based on spectral knowledge base

比较像元合成的波谱与遥感图像波谱, 以及作物生长模型或植被统计模型推测的像元LAI等生物学参数与遥感模型反演的生物学参数, 可以发现2种波谱和2种生物学参数间的差异。依据比较结果调整作物生长模型和植被统计模型的参数, 使之在符合地面现状的基础上运行, 并给出参数的精度和可行度评价。这个过程是反复进行的, 这样农业应用系统在不断调整中运行给出逐步精确可靠的像元农作物生长状态参数, 可供其他系统使用。

5 结语

对波谱知识库的数据获取、数据组织和波谱模拟的相关问题, 我们以典型地物为中心来组织波谱测量数据及其环境参数, 遥感影像、地理空间数据、植被知识数据通过典型地物关联起来。尤其要注意的是, 波谱元数据对波谱数据的测量、仪器、实验环境、数据质量和质量做出说明, 波谱元数据是波谱知识库建设中必不可少的一环。地物波谱的模拟涉及到植被参数的时间扩展和地表参数的定量描述与空间尺度转换。植被参数的时序列插值可以借助作物生长模拟和统计学方法, 地表参数的尺度转换

与各个参数本身的物理意义有关, 需要以各专业领域的研究为基础, 波谱知识库的建设明确提出这些问题, 并将充分利用已有的成果。将农业遥感在波谱知识库的支持下推进到定量阶段, 是波谱知识库建设努力的目标。

参考文献

- [1] 童庆禧, 田国良等. 中国典型地物波谱及其特征分析, 北京: 科学出版社, 1990.
- [2] 苏理宏, 李小文, 王锦地, 唐世浩. 典型地物波谱知识库建库与波谱服务的若干问题. 地球科学进展.
- [3] Tong Qingxi. Development and Application of Hyperspectral Remote Sensing In China, Proceedings of SPIE, 3502, 2~ 11. Beijing, China, 1998.
- [4] Wharton SW. A spectral-knowledge-based approach for urban land-cover discrimination. *IEEE Trans. Geoscience Remote Sensing*, 1987, 25 (3): 272~ 282.
- [5] Li X, Gao F, Wang J, Strahler A. A priori knowledge accumulation and its application to linear BRDF model inversion. *Journal of Geophysics Research*, 2001, 106 (D11): 11, 925~ 11, 935.
- [6] 易维宁, 陆亦怀, 罗明. 地物光谱数据库及其在遥感中的应用. 光电子技术与信息, 1998, (5).

- [7] 赵锐, 赵学军, 于嘉喜. 地物光谱在林业遥感中的应用. 内蒙古林业调查设计, 1999, (3).
- [8] 李小文, 王锦地, A H Strahler. 尺度效应及几何光学模型用于尺度纠正. 中国科学 (E 辑), 2000, 30 (增刊): 12~ 17.
- [9] Lihong Su, Xiaolian Deng, Jindi Wang, Xiaowen Li. Managing and distributing remote sensing images based on metadata and microimage. Third International Asia-Pacific Environmental Remote Sensing Symposium 2002 (Remote Sensing of the Atmosphere, Ocean, environment, and Space), October 23~ 27, 2002, Hangzhou, China.
- [10] 张仁华. 实验遥感模型及地面基础. 北京: 科学出版社, 1996.
- [11] 项月琴, 王锦地, 李小文, 郑兰芬, 林忠辉, 李俊, 莫兴国. 二向反射遥感中冬小麦植被组分和土壤特性的季相变化. 遥感学报, 2000, 4 (增刊), 90~ 100.
- [12] Kenneth J Boote, James W Jones, Gerrit Hoogenboom. Simulation of crop growth: CROPGRO model. In Robert M Peart, R Bruce Curry, Marcel Dekker (eds.), Agricultural Systems Modeling and Simulation. Inc. New York, USA, 1998.

Data Frame and Spectral Simulation for Remote Sensing Spectral Data Base

SU Lihong¹, LIXiaowen^{1,2}, LIANG Shunlin³, WANG Jindi¹

(1. Research Center for Remote Sensing and GIS, Beijing Normal University, Beijing 100875, China;

2. Center for Remote Sensing and Dept. of Geography, Boston University, Boston, 02215, MA, USA;

3. Department of Geography, University of Maryland, College Park, MD 20742 USA)

Abstract: The paper puts forward data frame of the remote sensing knowledge base. Oriented-object method is adopted to organize data of the knowledge base. The typical land surface objects, which are classified into vegetation, soil, water, snow, minerals, man-made object, are the center to be used to link measured data at field, prior spatial data, expert system data, images and models. The knowledge base consists of five aspects: 1) The database for measured spectrum and relevant environmental factors. The database consists of 6 kinds of data. The first is the measured data, which are made up of canopy spectrum, soil physical-chemical data (N, P, K, humidity etc), plant bio-chemical data (chlorophyll, nitrogen etc), vegetation structure (LAI, LAD etc) and biomass data, component (leaf, stalk etc) spectrum data, and data about microclimate and weather. The second is the instrument information. The third is data of campaign site condition. The fourth is the documents about observation methods and measured data processing methods. The fifth is the documents about surveyors. And the sixth is the metadata. 2) The spatial database for landform, land-use and land-cover etc. 3) The expert system for vegetation seasonal changes and spatial patterns. 4) The remote sensing image base, which are acquired by field, aerial and space approaches such as multi-angle, multi-temporal, multi-spatial resolution, multi-spectral resolution, multi-platform etc. And 5) the remote sensing physical model base.

The knowledge base can not only retrieve spectrum and environmental factors of typical land surface objects, but also simulate the spectrum of remote sensing pixel when the measured spectrum is unavailable. The model system consists of the analytical models and computer simulations for remote sensing mechanism. The spatial scale of the models is from the material (such as leaf, soil) to end-member (such as canopy) to remote sensing pixel (such as a pixel consisted of wheat, road and lake). The user enters object/place, time, observing direction, bands and spatial resolution, and the knowledge base provides the reference spectrum and relevant description. The spectrum of vegetation depends on the seasons, and it is

impossible to measure the spectrum of vegetation at all times. So the vegetation parameters have to be extended temporally when the measured data is unavailable. Based on the knowledge of the vegetation expert system, the vegetation structure parameters and spatial pattern can be computed by the vegetation shaping models. The land surface parameters have to be scaled up/down when the pixel size is different to the size of view field of the measured data. The describing parameters of DTM and land-cover and soil should be based on the pixel size. Selecting remote sensing physical models for simulation depends on three factors: 1) spectral band: visible light & near infrared, thermal infrared, and microwave; 2) spatial scale on which the models are built; and 3) land surface type, grass or forest. In other words, radiation transfer model, geometric optics model or composite scene model is more suitable to this type.

The agriculture remote sensing applications based on the spectral knowledge base also is discussed. The approach is a feasible quantitative remote sensing way in agriculture.

Key words: spectrum data; remote sensing model; scale problem; computer simulation

《地球信息科学》学报征稿简则

《地球信息科学》是学报级综合性学术刊物,由中国科学院主管、中国科学院地理科学与资源研究所主办。1996 年至今,已试刊 20 期,发表论文总计近 400 篇。2001 年 9 月经国家新闻出版总署和 ISSN 中国国家中心批准,将于 2002 年正式向国内外公开发刊。

学术论文来稿要求如下:

1. 来稿主题鲜明,内容新颖,论据充分,数据可靠,层次分明,语言精练;来稿(包括图、表及英文摘要),一般在 8000 字以上,并请寄磁盘或电子邮件(含附图文件)。

2. 内容摘要:中文 200~300 字,英文一个印张(英文内容应包括主要研究方法、研究过程与研究结论),关键词 3~5 个;论文的各级标题分别按顺序编码制:1, 1.1 等,各级标题一律左起顶格书写。

3. 凡属国家、省、部级及其以上科学基金资助项目和重点攻关项目的研究论文请在首页脚注中注明基金名称和编号。

4. 文稿中计量单位一律使用国家法定计量单位,用标准符号表示。如吨(t),米(m),时(h)等,各种专业术语一律按已颁布的标准使用。同一名词术语、计量单位、人名、地名等要求全文一致。

5. 表格格式为三线格,表格标题为中英文对照,在表格上方居中。插图或彩图照片的图像要求清晰美观,凡涉及国界线的图件,请按地图出版社最新标准底图绘制,插图应是清绘原图,标题为中英文对照,在图下方居中。

6. 参考文献:只列文中引用的、公开发表的文献(未公开出版的用脚注说明),按文中出现的先后顺序编号(引用之处在右上角标注编号),引用他人资料和数据要注明出处。英文文献著录,作者姓在前,名在后,遵守有关国际惯例。具体如下:

(1) 专著、论文集:作者(列前 3 名),文献题名,出版地:出版社,出版年,起止页码。

(2) 期刊文章:作者(列前 3 名),文献题名,刊名,出版年,卷(期):起止页码。

(3) 论文集析出文献:作者(列前 3 名),析出文献题名,原文献主要责任者,原文献题名,出版地:出版社,出版年,起止页码

7. 来稿发表与否,由本刊编委会最后审定。本刊印刷版由科学出版社出版,请勿一稿多投。稿件如不被采用,本刊将通知作者。来稿恕不退还,请作者自留底稿。

8. 来稿请附作者(第 1 作者)简介、E-mail 地址和通讯地址(邮编)、联系电话。

来稿请寄:北京市安外大屯路 917 大楼,中国科学院地理科学与资源研究所《地球信息科学》编辑部
邮编:100101 电话:64875545 传真:(010) 64889630 E-mail: sxfu@lreis.ac.cn

《地球信息科学》编辑部, 2002 年 12 月 9 日