

文章编号: 1001-8166(2003)02-0185-07

典型地物波谱知识库建库与 波谱服务的若干问题

苏理宏¹ 李小文^{1,2} 王锦地¹ 唐世浩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, USA)

摘要: 地物波谱知识库的建立旨在满足应用需求。为达到数据的共享, 波谱知识库应对遥感实验测量的波谱数据和相关信息如观测规范、实验环境有清楚的说明, 即要有完备的元数据让用户知道波谱知识库中是什么样的数据。为弥补地面测量数据与用户需要数据的时间空间尺度差异, 用于外延观测数据的遥感物理模型必不可少。这要求收集分析遥感物理模型, 评价其适用条件并创建模型元数据, 使用户了解在其工作条件下有何适用的模型, 模型的依据是什么, 同时波谱库使用遥感受理解析模型和计算机模拟模型完成植被参数的时间扩展和沿叶片—冠层—像元³个层次的观测尺度空间扩展, 从而产生像元尺度可见光到热红外波段的参考波谱。为实现因特网上的波谱知识共享, 需要研究如何组织波谱数据和模型, 让用户方便地远程检索实测的典型地物波谱数据, 并可以实时获取由遥感物理模型外延的波谱数据。从上述³个方面归纳了波谱库建设和服务需要解决的⁶个问题。

关键词: 波谱库 元数据 遥感物理模型 遥感波谱实验

中图分类号: TP701

文献标识码: A

在多种遥感信息数据中, 多光谱遥感是人们最早实现的空间遥感技术之一。由于不同的物质具有不同的波谱特征, 这已成为人们利用遥感数据识别和识别地物, 提取地表信息的主要思想方法, 其基本特点是容易被接受、理解和应用^[1-3]。

20世纪30年代苏联就对许多自然物体的光谱反射进行了系统的测量和研究^[4], 60年代美国开始了对岩石红外辐射特性的研究^[5]。美国国家航空和航天局(NASA, National Aeronautics and Space Administration)在60年代末到70年代初建立了地球资源信息系统, 包括植被、土壤、岩石矿物和水体等四大类地物的电磁波波谱特性数据^[6]。80年代后

期, 美国地质调查局(USGS, United States Geological Survey)组织了地质光谱特性比较全面的研究, 并制成了光谱数据库, 现在的光谱库版本是 splib04^[6], 包含近500条特征矿物与典型植被光谱数据, 覆盖波谱范围为0.2~3.0 μm。美国喷气推进实验室(JPL, Jet Propulsion Laboratory)对160种矿物在0.4~2.5 μm的反射光谱进行了实验室测量研究, 其中135种矿物提供3种不同粒径的反射谱, 以区分粒子尺寸对光谱的影响。除光谱数据外, 还规范了样品采集、样品纯度和组分分析方法^[7]。90年代, 美国Johns Hopkins大学建立了包括岩石、矿物、地球土壤、月球土壤、人工材料、陨石、植被、雪和冰的波

收稿日期: 2002-03-25 修回日期: 2002-09-24

基金项目: 国家重点基础研究发展规划项目“地球表面时空多要素的定量遥感理论与应用”(编号: G20000977); 国家自然科学基金项目“用热点卫星数据研究陆面热点”(编号: 49971059); 863计划“中国典型地物波谱数据库”(编号: 863-103-05-02)资助。

作者简介: 苏理宏(1965-)男, 新疆石河子人, 博士后, 主要从事遥感成像机理和资源与环境信息系统信息共享研究。

E-mail: silihong@xinhuantv.com

谱数据库。其中,矿物和陨石采用双向反射波谱测量,波谱覆盖范围为 $2.08\sim 2.5\mu\text{m}$ 其它大都采取半球反射测量,波谱覆盖范围略有不同,但大致在 $0.3\sim 15\mu\text{m}$ 范围内^[4]。主流遥感图像处理软件都连接了光谱库,在PCI软件的高光谱分析模块中也提供了基于USGS光谱库发展的高光谱地物库,同时提供用户各种光谱分析能力,自动地物判别能力。ERDAS软件中提供了USGS的500种地物光谱和JEL的160种矿物波谱($0.4\sim 2.5\mu\text{m}$)。ERMapper中也同样连接了USGS光谱库。这些光谱库与相应软件模块在地质、水文、海洋、大气科学中都发挥了巨大作用。

国际上自70年代末80年代初以来,欧美主要国家在拟订和执行大规模的地球观测计划时,重新重视目标光谱特性研究,其方向是建立起光谱信息与目标属性、结构特性的直接联系。早在10年前,在美国亚里桑那州图森国际遥感基础理论界(李小文院士是唯一来自中国的科学家)就该问题达成共识:FIPE(the First ISLSCP(International Satellite Land Surface Climatology Project) Field Experiment)实验^[7]最大的问题在于没有足够的结构参数测量,BOREAS(the Boreal Ecosystem - Atmosphere Study)实验^[10]必须由模型研究者和实验观测者共同努力,由模型研究者确定测量哪些结构参数以及如何更好地测量,以达到与波谱数据配套使用。但是BOREAS实验也没有完全成功达到这一目标。迄今国际上除了实验室测量的成套材料波谱外,并没有成套的典型地物的结构、波谱数据库。模型库方面系统而专门的工作也尚未见到。

我国地物波谱测量研究可以从70年代末的腾冲航空遥感试验算起,在利用直升飞机进行遥感飞行试验的同时,也进行了地物波谱测量工作。为了发展我国资源卫星,80年代,由中国科学院空间科学技术中心主持在宁芜地区建立了遥感试验场,制定了地物波谱测试规范,获得了该地区岩矿、水体、土壤、植被及农作物的1000多条光谱曲线,出版了《中国地球资源光谱信息资料汇编》^[11]。中国科学院遥感应用研究所出版的《中国典型地物波谱及其特征分析》给出了277种中国典型地物波谱特征^[3]。进入90年代,国家卫星气象中心组织中国科学院安徽光学精密机械研究所等单位就中国遥感卫星辐射校正场的建立进行了一系列包括地物波谱测量在内的研究^[12,29]。2001年,北京师范大学主持的国家重点基础研究发展规划(973)项目在北京顺义

进行了星—机—地同步大型遥感实验,获取了冬小麦地面光谱测量参数、飞行图像和配套的结构参数、农学参数、农田小气候参数以及气象参数等全面系统的实验数据。这次实验进一步丰富了地面遥感双向反射与方向性热红外光谱测量数据^[14],为光谱结构知识库的建立提供了经验和保证。此外通过各种遥感应用项目,我国在林业、农业、环境和城市等方面也进行了许多地物波谱测量。如国家海洋局的水污染特别是海洋污染为重点的光谱测量^[15]。地矿部地质遥感中心在热红外遥感方面的工作^[16]和浙江大学以水稻为重点的农业遥感研究^[17]。

对典型地物波谱的测定虽然已有很久的历史,几乎所有大型的和有影响的遥感综合实验中都有地物波谱的观测项目,人们尝试在遥感像元和地面观测的不同尺度上建立地物波谱测量数据的对应关系。但是,由于在波谱测量中,没有对测量条件、被测物的结构、材料、季相加以足够的注意,所以测量数据的外延能力差,难以形成知识^[2,28]。又由于搭载卫星、飞机的多光谱/高光谱遥感器和地面观测情况各异,而遥感数据的应用又有不同的地域、不同的需求,目前尚无规范的地物光谱与环境参数配套的数据库,也没有能依据测量数据进行外延、推理的模型库和相应的光谱信息应用与服务体系。

有关典型地物波谱知识库的数据整编和观测规范将由另文专述,这里阐述我们对波谱知识库建库和信息服务实施中亟待解决问题的一点认识。定量遥感典型地物波谱知识库数据与模型实体由遥感实验测量数据库、地表先验知识库、遥感物理模型库、遥感图像数据库组成,其中地表先验知识库由地形、土壤、土地利用等地理空间数据库和植被物候与空间分布模式专家系统组成。波谱知识库的波谱服务在用户给定物种类/地点、时间、观测方向、波段范围和像元大小后,向用户提供该条件下地物波谱曲线及其精度说明文件

1 基于元数据的因特网数据与模型服务

波谱知识库提供基于因特网的数据和模型服务是构建我国遥感光谱信息应用与服务体系的基本要求。由于波谱知识库需要实时提供观测波谱数据或运行模型来外延观测数据,而且波谱知识库是面向众多行业的科学数据库,数据和模型的释义是极为重要的。另外波谱知识库包含观测数据、图像和模型,不同领域和批次获取的数据可能是在不同规范下得到的,遥感模型也是在不断的发展之中,内容庞

杂千头万绪,为此需要基于元数据建立波谱知识库全局数据模型,使之成为波谱知识库的主线和导航图,以支持波谱知识库的数据与模型服务。全局数据模型的设计应是面向服务对象的,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、遥感图像数据库和遥感物理模型库。在数据元数据和模型元数据的支持下,建立网络数据和模型实时服务系统,使得公众可以方便地在因特网上远程获取典型地物波谱数据和相关信息。

波谱知识库信息资源既有遥感实验观测属性数据、地表先验知识空间数据,又有遥感图像数据和遥感机理模型;数据管理是分布式的,利用不同的数据库管理系统和计算机平台进行管理,形成了异构数据库管理和服务的难度大。这些不同类型的数据库应在一个基础信息平台上统一起来,通过统一的Web界面提供服务,有不少问题有待探讨和解决。要有通过Internet互联、在网络环境下对异构数据库进行全局调度和管理的软件;要有用于元数据的创建、维护和共享的软件;要有对用户透明的用于浏览、检索和查询服务的软件等。基于元数据,通过Web以浏览器/服务器多层模式把实验观测数据、地理数据、遥感图像、遥感模型,以及相应的元数据连接起来,还有不少研究工作要做,相应的应用软件也有待开发和研制。

这里主要问题是,建立基于元数据统揽波谱知识库全局的数据和模型检索路径、信息存取权限设置和控制。波谱知识库要求用户输入较少,而其数据和模型又较庞杂,为帮助用户准确地得到他们真正想要的、智能化的检索引导系统可能是必要的。也就是在这里定出波谱知识库数据和模型服务的框架,实现波谱知识库与用户的交互。

2 外延观测波谱的遥感模型体系

由于遥感地面测量总是在特定的太阳入照和大气条件下,以特定视场大小在离散时间点上进行的,而遥感波谱数据的广泛应用领域会在不同的地域涉及不同的空间分辨率、时间、太阳和光照条件,这样无论我们花多大力量收集地面测量数据,测量到的波谱数据不大可能直接满足各类用户的要求。这就需要基于已积累的数据,根据已得到验证的遥感物理模型,外延观测数据计算出可供用户参考使用的波谱数据。外延观测波谱的遥感物理模型是解析模型和计算机模拟模型,在空间尺度和时间尺度上外延遥感地面测量数据,预测任意光照和观测条件下

的地物波谱供用户参考。也就是说,在时间上,基于植被物候和空间分布模式,通过对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,参考实测或模拟的植被组分波谱,使用解析模型或计算机模拟模型计算任意时间的植被波谱数据,实现波谱数据在时间上的拓展。在空间上,同样采用解析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。波谱数据的时空变化是我们充分理解遥感数据的必要基础。我们从场景、大气和传感器³个方面来讨论。

场景模型综合并参数化场景的本质性质,描述场景内能量和物质的形式和本质,以及它们的空间和时间序。我们基于波谱和环境参数实测数据库和先验知识数据,以遥感物理解析模型和计算机仿真模型相结合的方式,从叶片(纯组分)—冠层—像元景观合成³个尺度上收集、整理和集成来实现外推和内插遥感像元的可见光到红外波段的波谱。即:

(1) 土壤/岩矿/水体/冰雪/人工目标波谱模型——考察组分结构和组分理化参数对波谱的影响,例如不同结构、含水量和氮磷钾含量等条件下的土壤波谱。

(2) 叶片波谱模型——考察叶片内部结构、水分和叶绿素对叶片波谱的影响。

(3) 冠层生成模型——依据植被物候和空间模式生成统计真实和结构真实的植物冠层,实现植被不同生长期结构形态的模拟是获得植被模拟波谱的重要基础。

(4) 光与植被的相互作用模型——冠层辐射传输模型、几何光学模型和计算机模拟模型,如SAIL(Scattering by Arbitrarily Inclined Leaves)模型、GOMS(Geometric-optical Mutual Shadowing)模型以及通过Monte Carlo光子跟踪方法和Radiosity方法模拟冠层波谱。

(5) 地形辐射模型——计算不同地形条件下遥感像元波谱的变化。

(6) 像元景观合成模型——地面测量波谱数据不能直接应用于遥感像元尺度的关键原因是,地面测量往往是纯组分,而遥感所观测则多是混合像元。景观合成模型可以是充分考虑遥感像元具有三维属性影响的复杂模型,也可以是简单地按组分的面积加和决定混合像元波谱的面积加权模型。像元景观合成模型将植被、土壤/岩矿/水体/冰雪及人工目标等波谱数据依据其组合成成为遥感像元尺度的波谱数据。

大气模型描述大气与入射到场景以及场景发射/反射的能量的相互作用,大气的吸收和发射是不可忽略的。但由于大气对遥感信号的影响有内在复杂性和特殊性,波谱知识库目前提供大气校正的方法供用户参考,但在系统内做大气校正。它们包括6S(Second Simulation of the Satellite Signal in the Solar Spectrum)、MODTRAN(低谱分辨率大气透射率计算程序)、LOW TRAN(中谱分辨率大气透射率计算程序)和暗目标校正等目前国际上较好的大气校正算法与软件。

传感器模型描述传感器响应入射能量产生遥感信号的行为,其光谱特性、辐射度量特性、几何特性决定光学传感器获取信息的性能。整理、集成已有传感器(光谱波段、光谱分辨率、光谱响应函数)波谱信息模拟技术与表征的模型和算法。

这里需要做的工作是,仔细考证遥感物理模型和模拟模型的尺度参数,确定不需修正就适用的空间尺度范围,并给出定量的刻画:如冠层的空间模式什么变化范围内模型是适用的,稀疏、离散(规则排列、随机)、连续。适用于各不同尺度模型的判定参数/条件,如何种尺度上行播结构模型不再成立。构建尚欠缺的遥感物理模型和模拟模型。收集整理现有常用传感器的波谱响应模型。

3 地表参数的定量描述和尺度转换方法

环境遥感物理模型通常是针对某一空间分辨率在某一植被空间分布模式建立的,从细到粗的顺序是组分如叶片到冠层再到像元,其空间尺度分别是厘米级、米级到数十米级,而波谱知识库用户提出的像元空间分辨率可能与模型的空间分辨率不相同。环境遥感的像元尺度通常在十米级到千米级,这时遥感机理模型面临在非基准尺度上运行的任务,如果遥感像元内地物是均匀的或依旧满足模型基准尺度上的地物统计规律,模型可以认为适用于像元尺度,模型无需修正^[13]。通常情况是地物在大的空间范围有更多变化,原本模型参数是描述小空间范围上地表植被状态,更大地表空间上的植被则需要更多参数描述。这里需要的是不同尺度地表参数空间模式的识别和转换规律的定量表达,并使用这些模式和规律来修正遥感机理模型的运行结果,以获得模型非基准尺度上的波谱数据。本节的问题也是定量遥感的一个基本问题^[20]是遥感基础研究的工作领域,在波谱知识库如何处理,作者将从数据流的角度另文专述。

4 定量遥感实验的数据与元数据

地学数据的三要素是属性、空间和时间。定量遥感实验的所有测量数据都要用:年月日时分(秒)给出时间、经纬度(GPS, Global Position System)测量的实验观测点或地块,并给出空间位置。定量遥感实验的数据在由实验过程中产生,有以下⁵类。

4.1 典型地物波谱数据

波谱数据,如一定观测视场的冠层的高光谱和热红外的方向性反射和辐射观测。

结构数据,如植株几何结构参数(LAI(Leaf Area Index)、LAD(Leaf Angle Distribution)、株形、叶形、密度、平均单茎的叶茎面积),作物生物量和土壤的粗粒度等。

理化数据,如土壤的养分、质地、含水量、有机质等,植物的叶绿素、氮素、淀粉、可溶性糖等。

对有关农作物的实验通常还会有小气候数据。

4.2 观测设备数据

仪器的名称、型号、性能、精度、生产国和厂家等。对各种仪器会有不同的性能指标,如对光谱仪有波谱波长范围、波谱分辨率、视场角等对点温计有测温范围、温度敏感度等。仪器观测时的架设高度或埋设深度、参考板数据、黑体数据、仪器的标定数据也包括在这一部分中。

4.3 测点状况数据

测点条件包括实验地点的环境数据,如地点、经纬度、海拔、仪器在该试验点的图示布局、作物品种、生育期、观测期间作物的浇水施肥情况和作物生长状况等。还包括实验时的大气状况,如天空遮蔽、气溶胶、水汽和大气廓线等。

4.4 观测规范和数据处理方法信息

说明实验采用何种观测规范,以及实验数据的处理方法。

4.5 观测人员信息

说明是谁做这个实验,相关观测单位和个人的知识产权等信息。

从现实世界的本身事实出发,采用面向服务对象的方法,以典型地物为核心来组织实验数据。在遥感波谱实验的数据体系中地物波谱数据是遥感实验的目标,占据中心位置,其后的⁴项广义上说是地物波谱数据的说明数据或元数据。地面实验数据的元数据体系由元数据和数据字典组成,元数据包括对遥感波谱数据,以及观测设备、观测规范与处理方法、测点条件和人员信息中诸数据项的定义,数据字

典记录有关遥感实验数据及其元数据的数据格式和数据库现存数据的状况。为实现波谱数据的共享,元数据必不可少,但目前尚未见到有关遥感波谱实验数据方面的元数据标准或规范。

5 遥感模型方法元数据

模型方法的元数据是关于模型的描述信息。它说明模型要解决的问题、适用范围、模型的思路与实现以及方法对输入/输出数据的要求和格式。对于定量遥感模型,如果没有对模型的说明,其他用户不易确认模型的输出,虽然也可以把模型当作黑箱,但是把模型原理说清楚有利于知识共享^[21]。

遥感模型方法元数据标准应当从以下⁸个方面描述模型:标识信息;适用领域;模型参数;运行条件;性能;原理;模型实现;管理信息。其组成如下:

(1) 标识信息:模型名称(字符);简要功能描述;可执行文件名称;可执行文件路径;操作系统类型(Unix/Windows/DOS);可执行文件类型(exe文件/COM或Java组件)。

(2) 适用领域:模型应用的问题域;模型结果的适用范围。

(3) 模型参数:输入参数集;输出参数集;输入约束集;输出约束集;输入参数的物理意义;输出参数的物理意义;输入参数的分类分级标准;输出参数的分类分级标准;输入参数的有效取值范围;输出参数的有效取值范围;输入变量数据编排格式说明;输出变量数据编排格式说明;输入参数的数据数量的要求。

(4) 运行条件:程序适用的计算机和网络环境;运行模型的支持软件版本和状态。

(5) 性能:模型的目标;模型求解的稳定性;模型求解的可靠性水平;模型求解结果的精度。

(6) 原理:模型的原理;算法的理论依据;算法来源。

(7) 模型实现:程序使用的数据结构、变量和算法的详细说明和注释;伪码源程序;源程序;可执行文件的编译环境。

(8) 管理信息:模型研究者姓名;单位;通信地址;模型提交日期;产权限制;模型编程者姓名;单位;通信地址;编程完成日期;版权限制。

模型方法元数据迄今并未受到足够重视,也没

有相关的标准,在波谱知识库建设中应针对遥感模型的具体情况,建立方法元数据为实现因特网模型服务奠定必要基础。研究内容包括模型方法元数据的体系组成和组织管理;研制基于网络的方法元数据管理工具软件。

6 基于元数据的模型运行支持

波谱知识库服务有数据服务和模型服务两种,直接提供波谱知识库内已存数据的为数据服务,这是一般数据库系统的常规工作;由于用户所要求地物的时间和空间上,波谱知识库内可能并没有恰好匹配的数据,这就需要遥感机理模型外延观测数据满足用户的需求。遥感物理模型用到的数据分别从两种途径得到:遥感实验测量数据及植被参数的插值数据,这些数据主要供植被组分和冠层模型使用;地表先验知识库导出的数据,这些数据主要供像元合成模型使用,以及计算多种尺度上地表参数的定量表达,用于修正在非基准尺度上运行的遥感物理模型的结果。显然从数据库中数据的提取应是在欲运行的模型发出要求后自动进行的,由于我们已经建立了实验数据、地表先验知识和遥感物理模型的元数据,基于元数据完成数据提取支持模型运行是自然的选择。

从数据流的角度组织和管理模型应当是合理的,这样系统功能的实现就可以看成由一系列数据变换模块组成,转换包括数据格式的转换和数据的计算转换。这里,研制智能化的模型管理运行器应是主要研究内容,模型管理运行智能体主要完成²个功能,一是数据格式转换;二是调用模型算法模块运行。模型智能体根据算法模块的输入输出变量及其约束的元数据,匹配模型调用数据的元数据,进而判断模型方法与模型数据的可连接性和适用性,自行确定转换规则并实施转换,完成模型数据的提取。这样也实现了数据与算法程序的分离,使模型运行独立于数据的存储和算法的实现。

7 结语

从波谱知识库的建库和波谱服务的角度,讨论了Web数据与模型服务、定量模型体系、地表参数尺度转换、观测数据和模型方法元数据,以及元数据支持下的模型运行。这⁶个方面是较为薄弱的环节,需要较深入研究。它们解决的好坏直接关系到波谱知识库是否可以快捷准确地提供波谱信息服务,关系到波谱知识库是否具有一个灵活坚固的结

构和良好的扩充性。本文筛选出这些问题,并给出问题解法的初步探讨,在其后的工作将逐步细化和解决。光谱知识库建库和运行管理的其他一些问题,如开发平台的选取、程序设计的约定、系统的安全性、地表实验空间知识库的元数据等,由于有许多可以借鉴的经验,这里没有列出。

参考文献 (References):

- [1] Wharton SW. Spectral-knowledge-based approach for urban land-cover discrimination [J]. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 1987, GE-25(3): 272-282.
- [2] Li Xiaowen. Bidirectional reflectance and angular signature of objects [J]. Remote Sensing of Environment China, 1989, 4(1): 67-72. [李小文. 地物的二向性反射和方向谱特征 [J]. 环境遥感, 1989, 4(1): 67-72.]
- [3] Tong Qingxi, Tian Guoliang. Spectra and Analysis of Typical Earth Objects of China [M]. Beijing: Science Press, 1990. [董庆禧, 田国良. 中国典型地物光谱及其特征分析 [M]. 北京: 科学出版社, 1990.]
- [4] Lyon R J P. Infrared spectral signatures—A field geological tool. Proceedings of 5th Symposium on Remote Sensing of Environments [C]. Am Arbor, USA, 1966.
- [5] Looman V. The NASA Earth Resources Spectral Information System: A Data Compilation [M]. NASA-CR-115757, Willow Run Lab, Michigan University, 1971.
- [6] <http://speclab.cr.usgs.gov/spectral.lib04/spectral.lib04.htm>
- [7] Grove C I, Hook S J, Paik E D. Laboratory Reflectance Spectra for 160 Minerals 0.4–2.5 Micrometers [Z]. JPL Publication 92-2, Jet Propulsion Laboratory, Pasadena, CA, USA, 1992.
- [8] Salisbury J W, Walter L S, Vego N, et al. Infrared (2.1–25 Micrometers) Spectra of Minerals [M]. Hopkins: Johns Hopkins University Press, 1991.
- [9] www.eosdis.crnl.gov/FIFE/FIFE_About.html
- [10] www.eosdis.crnl.gov/BOREAS/bhs/BOREAS_Home.htm
- [11] Center for Space Science and Technology of Chinese Academy of Sciences. Data Compilation of Chinese Earth Resources Spectral Information [M]. Beijing: Energy Press, 1987. [中国科学院空间科学技术中心. 中国地球资源光谱信息资料汇编 [M]. 北京: 能源出版社, 1987.]
- [12] Chen Shupeng, Tong Qingxi, Guo Huadong. Mechanism of Remote Sensing Information [M]. Beijing: Science Press, 1998. [陈述彭, 董庆禧, 郭华东. 遥感信息机理研究 [M]. 北京: 科学出版社, 1998.]
- [13] Tian Qingxi, Yu Tao, Zhang Lanfen, et al. Study on spectral inter-calibration experiment research [J]. Spectroscopy and Spectral Analysis, 1997, 17(6): 113-117. [田庆久, 余涛, 郑兰芬, 等. 地物光谱仪定标实验研究 [J]. 光谱学与光谱分析, 1997, 17(6): 113-117.]
- [14] Li Xiaowen, Wang Junia, Wang Jindi, et al. Multiangle and Thermal Infrared Remote Sensing [M]. Beijing: Science Press, 2001. [李小文, 王骏发, 王锦地, 等. 多角度与热红外对地遥感 [M]. 北京: 科学出版社, 2001.]
- [15] Zhao Donghi, Liu Yujie. Spectral Features of Chinese Polluted Water [M]. Beijing: Ocean Press, 2001. [赵冬至, 刘玉机. 中国污染水体光谱特征 [M]. 北京: 海洋出版社, 2001.]
- [16] Center for Remote Sensing in Geology of the Ministry of Geology and Mineral Resources. Airborne Thermal Infrared Remote Sensing Image Album [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1988. [地质矿产部地质遥感中心. 航空热红外遥感图像集 [M]. 北京: 地质出版社, 1988.]
- [17] Wang Renchao, Huang Jingfeng. Rice Yield Estimation Using Remote Sensing Data [M]. Beijing: China Agriculture Press, 2002. [王人潮, 黄敬峰. 水稻遥感估产 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2002.]
- [18] Tong Qingxi. Development and Application of Hyperspectral Remote Sensing in China [A]. In: Proceedings of SPIE [C]. Beijing, 1998, 3502: 2-11.
- [19] Li Xiaowen, Wang Jindi, Alan H Strahler. Scale effects and scaling-up by geometric-optical model [J]. Science in China (E), 2000, 43(supp): 17-22. [李小文, 王锦地, Strahler A H. 尺度效应及几何光学模型用于尺度纠正 [J]. 中国科学 (E 辑), 2002, 30(增刊): 12-17.]
- [20] Su Lihong, Li Xiaowen, Huang Yuxia. An review on scale in remote sensing [J]. Advance in Earth Sciences, 2001, 16(4): 544-548. [苏理宏, 李小文, 黄裕霞. 遥感尺度问题研究进展 [J]. 地球科学进展, 2001, 16(4): 544-548.]
- [21] Su Lihong, Huang Yuxia, Ke Zhengyi. Study on Method-Meta-data and its management for Resources and Environment Information System [J]. Resource Sciences, 2000, 22(6): 14-17. [苏理宏, 黄裕霞, 柯正谊. 资源环境信息系统应用模型方法元数据初步研究 [J]. 资源科学, 2000, 22(6): 14-17.]

SOME PROBLEMS IN CONSTRUCTING THE GROUND OBJECT SPECTRAL KNOWLEDGE BASE AND ITS SERVICES

SU Li-hong¹, LI Xiao-wen^{1,2}, WANG Jin-di¹, TANG Shi-hao¹

- (1. Research Center of Remote Sensing and GIS, Beijing Normal University, Beijing 100875, China;
2. Department of Geography and Center for Remote Sensing, Boston University, Boston, MA02215, USA)

Abstract The objective of the spectral knowledge base (spectrum library) is to facilitate remote sensing applications. The paper discusses the six problems that are required to solve in constructing the spectral knowledge base and its services. Firstly, in order to share data, the spectral knowledge base should show the measured spectral data and relative information such as the observation criterion and field campaign condition etc. In other words, it is necessary to have the integrated system of spectral and environmental data and the self-contained metadata. Secondly, for the sake of solving the discrepancy between the temporal and spatial scales of the measured spectral data and of remote sensing applications, it is essential to study quantitative descriptions of land surface parameters and approaches to convert the parameters between temporal and spatial scales. In the next place, because it is impractical to measure vegetation spectrum at all times during vegetation growth cycle, remote sensing physical models, which are used to interpolate and extrapolate the measured data, should be collected and the applicable conditions of these models will be evaluated. The remote sensing physical model, which maybe are analytic equations or computer simulation models, are used to extend vegetation parameters along temporal change, and compute the spectrum on three spatial scales such as leaf, canopy and remote sensing pixel from visible light to thermal infrared based on the measured spectral data, the extended vegetation parameters, and pixel components. Fourthly, the model metadata are defined and collected so that the users can know which models in the spectral knowledge base is suitable to their tasks and why they are. Moreover, building the model run-time support software based on metadata of data and models is an effectual approach to extract the parameters for the models and run the models automatically. Finally, in order to sharing data and model on Internet, it is need to research how manage the data and models so that the users can obtain the data and models on Internet easily and the interpolated and extrapolated the spectral data real-time.

Key words Spectrum knowledge base; Metadata; Remote sensing physical modeling; Field experiment.