

数字山地垂直带谱研究进展

张百平

(中国科学院地理科学与资源研究所资源与环境信息系统国家重点实验室, 北京 100101)

摘要: 垂直分带是山地环境研究的基础。近年来我们成功地构造了山地垂直带数据模型, 可以将我国及全世界山地垂直带谱进行数字集成; 归纳出我国 31 个水平地带、32 个垂直地带, 奠定了中国山地垂直带谱数字集成的地理学基础。研制了中国山地垂直带谱信息系统并进行了升级; 提出了山地垂直带分布的二次曲线模式, 需要今后用更多的数据进一步验证; 未来几年的工作包括提高山地垂直带的识别精度, 并将山地垂直带谱数字集成工作扩展到欧亚大陆甚至全世界。

关键词: 垂直带; 数字集成; 地理信息系统

中图分类号: P94

文献标识码: A

山地垂直变化梯度是水平方向上的 1 000 倍^[1], 山地垂直分带是山地的第一特征。如果再考虑到坡向、坡度、地质结构与地面物质组成的差异, 山地环境的复杂性和异质性给科学家提出了严峻挑战。应对这种挑战, 是山地科学的核心任务。在传统的自然地理、气候、植被、土壤学研究中, 垂直带的认识和归纳不仅是重要的思路和方法, 也是重要的内容, 为人们认识山地复杂的环境提供了经典的手段和框架, 也促进了这些学科的发展。但存在的问题也是明显的, 例如, 垂直带对山地的概括过于简单了, 因为山地景观类型之间的过渡是犬牙交错的, 在山地的不同方向上差异很大; 垂直带的空间精度经常以 100 m 为单位, 有待于提高世界各地甚至同一国家不同地区或不同研究人员对垂直带的理解和分类也会有不同, 以至于世界各地难以进行全面系统的对比和分析。

进入 21 世纪, 信息技术特别是 GIS 对地观测技术及网络信息共享, 使我们获得和掌控信息或数据的能力大大提高。传统地理学中原来不少难以做到的数据集成和分析, 有可能得到解决。数字山地垂直带谱创新研究就是在新的条件下, 一次比较成

功的尝试。

1 山地垂直带谱数据模型的发现

2001 年资源与环境信息系统国家重点实验室在进行西部战略图谱研制过程中, 需要将西部复杂的垂直变化充分地、数字化地表示出来。这就需要突破传统的手画垂直带谱的方法, 实现数字垂直带谱的设想。为此, 我们反复分析垂直带谱的数据结构和 GIS 的各种功能, 特别是受到 Excel 程序中堆积柱状图设计的启发, 最终成功设计出山地垂直带谱数据模型。它就像一座桥梁, 将 GIS 与山地垂直带谱联系起来, 解决了数字垂直带谱的数字化方法^[2-4]。

2 山地垂直带谱数字集成的地理科学基础

原来山地垂直带谱研究缺乏严格的定义和分类体系。为了进行全国山地垂直带谱的全面集成, 我们探讨了垂直带标准定义、带谱三级带谱体系(系

收稿日期 (Received date): 2008-01-15。

基金项目 (Foundation item): 国家自然科学基金项目 (40571010) [Supported by Natural Science Foundation of China grant No. 40571010]。

作者简介 (Biography): 张百平 (1963-), 男, 汉族, 河南人, 研究员, 博士生导师, 主要从事山地生态与地学信息图谱研究。 [Zhang Baiping (1963-), male, born in Henan, Professor in mountain geography and GIS. Email: zhangbp@reis.ac.cn]

列、群组、类型)、带谱的五种状态类型(顶级、基本、过渡、扰动、次生)、七种空间变化类型(同构、结构递减、径向减生、纬减、阶梯、突变、高原叠加),特别是建立了我国水平地带和垂直地带分类体系(31类基带、32类垂直带),并将水平地带与国际上惯用的植被分区单位(Climate regime)进行了联结。这些都为垂直带谱的数字集成奠定了地理科学基础,也容易得到国际上的理解和认识^[3 5 6]。

3 中国山地垂直带谱信息系统研制

以山地垂直带谱数据模型为内核,以水平地带分类、垂直带分类体系为框架,在 ArcGIS 平台上,对我国约 400 个(剔除重复的,实际为 239 个)实地考察得到的垂直带谱进行了集成,研制了中国山地垂直带谱信息系统(1.0 2.0)^[4 7],实现了我国山地垂直带谱首次数字集成,也将山地垂直带谱研究推进到数字时代。

4 山地垂直带二次曲线假说的提出

在我国山地垂直带谱数字集成基础上,我们对重要的垂直带界线进行初步分析。发现它们的分布都符合二次曲线模式。紧接着,我们又根据国际上已经发表的资料,对北美-欧洲、亚洲、南美和大洋洲的林线分布,以及全球冻土分布进行验证,也发现他们符合二次曲线模式,其差异表现为各地仅仅系数不同,而且各地的系数有自己的特点,即系数有分布规律。因而我们提出了山地垂直带二次曲线模式假说^[5 6]。当然,我们希望在山地垂直带谱集成工作完成后能对这一假说进行全面验证,以便对它进行补充、修正和提高。

5 成就与方法论启示

数字山地垂直带研究,融合了现代信息技术方法,使山地垂直带谱在集成、显示和分析方面得到了巨大发展,将山地垂直带谱研究推向了新的高度和新的阶段。另一方面,他在很大程度上体现了陈述彭先生“地学信息图谱”的思想和理念。2007 年高等教育出版社出版的《地球信息科学》(陈述彭主编)代表我国近年来地球信息科学的研究水平,他将数字山地垂直带谱研究作为地学信息图谱的范例

纳入其中^[8],反映了数字山地垂直带谱在地球信息科学中的重要意义。

数字山地垂直带谱研究至少给予我们如下的启示:

——创建独特的数据模型,可以使似乎难以数字化的对象实现数字化;

——融合(非简单使用)现代信息技术可以给地理学带来前所未有的前景。

——有效的数字化可以使我们在短时间(或瞬间)对地理对象从不同角度进行全面分析,进而发现新的科学规律。

6 下一步工作展望

数字山地垂直带谱开创的山地地理与数字方法精妙结合的方法具有重要意义,至少有以下三个方面^[5]:可以将全世界山地数据进行有效的集成;有助于世界山地垂直带理解的标准化;有助于研究垂直带与山地环境的关系。这其实就是我们下一步的工作:欧亚大陆/世界山地垂直带谱的数字集成、规律分析和解释。

为了完成这样的工作,首先需要建立“世界水平地带分类体系”和“世界山地垂直带分类系统”。国际上关于植被水平地带的权威分类系统有数个,例如 FVV 全球水平地带系统等,我们需要选择一个或自己制定一个适合于垂直带谱数字集成的体系。有了水平地带分类体系,还需要建立全世界山地垂直带分类体系。

我们研制的中国山地垂直带谱信息系统(1.0 和 2.0 版)都是单层数据结构,即以垂直带为单位。为了能够进行垂直带多层次和分区分析,需要基于层次数据模型的思想,对原数据模型改进,建立垂直带谱的多层数据模型。

全球山地垂直带谱数据的采集是下一步工作的难点之一。这些资料都很分散,不但垂直带分类不同,而且语言不同,特别是原苏联的很多资料是俄文,阅读和翻译起来有一定的困难。

当然在向欧亚大陆/全世界扩展的时候,我们非常关注垂直带空间精度问题。为了以后能够进行高质量的大陆尺度、全球尺度垂直带谱规律分析,山地垂直带的精度确实需要从目前的 100 m 提高到 10 m,即提高一个数量级。方法是充分利用高分辨率遥感影像及大比例尺 DEM,发展山地垂直带(谱)

数字识别方法,进而获得垂直带谱连续信息和完备信息。为此,我们已经作了初步尝试^[9,10]。但还需要进一步完善和提高,这也是今后一段时间内重要的探索内容。

参考文献 (References)

- [1] Walter H. Vegetation of the Earth [M]. New York: Springer-Verlag, 1979.
- [2] Zhang Baiping, Yao Yonghui, Mo Shengui, *et al*. Digital spectra of mountain altitudinal belts and their hierarchical system [J]. *Journal of Mountain Science*, 2002, 20(6): 660~665 [张百平, 姚永慧, 莫申国, 等. 数字山地垂直带谱及其体系的探讨 [J]. 山地学报, 2002, 20(6): 660~665]
- [3] Zhang Baiping, Zhou Chenghu, Chen Shupeng. The Geo-Info-Spectra of altitudinal belts in China [J]. *Acta Geographica Sinica*, 2003, 58(2): 163~171 [张百平, 周成虎, 陈述彭. 中国山地垂直带信息图谱的探讨 [J]. 地理学报, 2003, 58(2): 163~171]
- [4] Zhang Baiping, Tan Ya, Wu Hongzhi. Design and development of mountain altitudinal belt information system of China [J]. *Geo-Information Science*, 2005, 8(2): 20~24 [张百平, 谭娅, 武红智. 中国山地垂直带信息系统的设计与开发 [J]. 地球信息科学, 2005, 8(2): 20~24]
- [5] Zhang Baiping, Wu Hongzhi, Xiao Fei, *et al*. Integration of data on Chinese mountains into a digital altitudinal belt system [J]. *Mountain Research and Development*, 2006, 26(2): 163~171
- [6] Zhang Baiping, Xu Juan, Wu Hongzhi. Digital integration and pattern analysis of mountain altitudinal belts in China [J]. *Journal of Mountain Science*, 2006, 24(2): 144~149 [张百平, 许娟, 武红智, 等. 中国山地垂直带数字集成及基本规律分析 [J]. 山地学报, 2006, 24(2): 144~149]
- [7] Wu Hongzhi, Zhang Baiping, Xu Juan, *et al*. Improvement and upgrade of mountain altitudinal belts information system [J]. *Geo-Information Science*, 2006, 8(2): 46~48 [武红智, 张百平, 许娟, 等. 山地垂直带谱信息系統应用分析与技术改进 [J]. 地球信息科学, 2006, 8(2): 46~48]
- [8] Chen Shupeng (ed.). *Geo-Information Science* [M]. Beijing: Higher Education Press, 2007 [陈述彭(主编). 地球信息科学 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2007]
- [9] Xiao Fei. Digital analysis and modelling of environmental factors in the Kunlun Mountains [D]. Beijing: the State Key Lab of Resources and Environment Information System, Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, 2006 [肖飞. 西昆仑山地环境要素的数字分析与模拟 [D]. 北京: 中国科学院地理科学与资源研究所资源与环境信息系统国家重点实验室, 2006]
- [10] Sun Ranhao, Zhang Baiping, Xiao Fei, *et al*. Exploring the method of digital identification of mountain altitudinal belts [J]. *Journal of Remote Sensing*, 2008, 12(2): 135~141 [孙然好, 张百平, 肖飞, 等. 山地垂直带谱的数字识别方法探讨 [J]. 遥感学报, 2008, 12(2): 135~141]

Progress in the Study on Digital Mountain Altitudinal Belts

ZHANG Baiping

(Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China)

Abstract Vertical environmental gradient is 1 000 times as high as that in the horizontal direction. Altitudinal zonation is actually of the utmost importance in the study of mountain environment. In recent years, we have successfully developed a data model for mountain altitudinal belts, which can be used to integrate all altitudinal belts in China and in the whole world. We have generalized 31 physio-geographical zones and 32 altitudinal belts for China, which acts as the geographical basis to digitally integrate China's altitudinal belts. A mountain altitudinal belt information system has been developed and upgraded. A quadratic model for altitudinal belt distribution on the continental scale has been proposed, which, of course, needs to be improved with more data. Our research in the coming years will be concentrated on improving the accuracy in identifying altitudinal belts and on extending the work to the whole Eurasian continent or even the world.

Key words Altitudinal belt; digital integration; GIS