

中国 Holdridge 生命地带平均中心的 时空分布及其偏移趋势

范泽孟¹, 岳天祥¹, 田永中^{1,2}

(1. 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;

2. 西南师范大学资源环境科学学院, 重庆 400715)

摘要:在分析目前生态地理模型及其实现方法的基础上, 提出基于 ARC/INFO 与 VC++ 综合集成的先插值再运行模型的全新研究方法和路线, 克服了以前模型实现过程中所存在的局限性。利用中国 1962~2002 年 735 个站点逐日温度与降水量观测数据, 通过对 Holdridge 生命地带模型和生命地带平均中心模型进行模拟运算后获得中国 Holdridge 生命地带类型平均中心时空分布图及 20 世纪 60、70、80 与 90 年代平均中心偏移趋势图。从生命地带类型平均中心时空分布及其偏移趋势分析研究中发现, 生命地带类型平均中心的时空分布及其偏移趋势与相关气候因子的变化趋势相对应, 并能够很好地与我国土地覆被类型实际的空间分布及其变化情况相符; 各种生命地带类型平均面积的变化规律与相应的气候因子的变化趋势 (尤其是降水量、温度) 存在着一定相关性。另外, 通过对我国生命地带类型平均面积比例大小进行排序分析发现与我国土地覆被类型的实际情况能够很好吻合。

关键词: Holdridge 生命地带; 平均中心; 时空分布; 偏移趋势

Temporal and spatial distribution and movement tendency of mean center of the Holdridge life zones in China

FAN Ze-Meng¹, YUE Tian-Xiang¹, TIAN Yong-Zhong^{1,2} (1. State Key Laboratory of Resources and Environment Information System, Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China; 2. Institute of Resource and Environment Science, Southwest Normal University, Chongqing 400715, China). *Acta Ecologica Sinica*, 2004, 24(7): 1380~1387.

Abstract: On the basis of analyzing ecogeographical models and studying those methods being realized at the present time, a new research method integrated by ARC/INFO and VC++ is put forward, which can overcome those limitations existed before methods and techniques. In the new methods operated process, before the Holdridge life zone model and life zones mean center model are simulated, the original datum are interpolated and become grid studying those methods being realized at the present time. Based on the daily surface air temperature datum and precipitation datum were observed on 735 stations in china from 1960 to 2002, and through run these models with the new studied method and techniques, the temporal and spatial distribution map of Holdridge life zones, and the mean center movement tendency maps of Holdridge life zones are obtained, respectively, in 1960s, 1970s, 1980s and 1990s in china.

According to comparing and analyzing the temporal and spatial distribution map and the mean center movement tendency maps of Holdridge life zones, some rules and phenomena are archived: The movement speed of the Boreal moist forest, Boreal rain forest and Cool temperature moist forest is faster than other types that express these life zone types are instability and fragility. These results are good consistently with the change trend of temperature and precipitation. So through researching

基金项目: 国家自然科学基金项目 (40371094; 90202002); 国家重点基础研究发展规划项目 (2002CB412500); 中国科学院海外杰出青年基金

收稿日期: 2004-01-12; **修订日期:** 2004-04-28

作者简介: 范泽孟 (1977~), 男, 云南镇雄人, 博士生, 主要从事资源环境模型与系统模拟研究。E-mail: fanzm@reis.ac.cn

Foundation item: National Natural Science Foundation of China (No. 40371094; 90202002), National Basic Research Priorities Program (No. 2002CB412500), and the outstanding overseas Chinese Scholars Funds of CAS

Received date: 2004-01-12; **Accepted date:** 2004-04-28

Biography: FAN Ze-Meng, Ph. D. candidate, mainly engaged in resources and environmental models and system simulation. E-mail: fanzm@reis.ac.cn

and tracking their movement tendencies and directions, we can get the information of the changes of the climatic factors and land cover in china. Moreover these results and phenomena express between climate change and Holdridge life zone tendency have good relativity. For example, the mean center of warm temperate desert scrub mainly moved toward southeast in the simulated results is consistent with the fact in china. The desert area's expanding and its movement direction mostly lies on the temperature rise and intensive human activity, especially overgraze in northwest china. Furthermore, the mean area ratio of all Holdridge life is similar as the actual land cover in china. The ratio of Cool temperature steppe is at percent of 17.37 that is the most in all life zone types, and the ratio of the Boreal desert, Cool temperate desert, Warm temperature desert and tropical desert is quite a number of the all types.

Key words: Holdridge life zone; mean center; temporal and spatial distribution; movement tendency

文章编号: 1000-0933(2004)07-1380-08 **中图分类号:** P91, Q147 **文献标识码:** A

许多生态地理研究表明植被生命类型与气温、降水量等环境因子均存在着一定的响应关系,而由各种自然条件和气候因子共同作用形成的 Holdridge 生命地带类型出现一定的空间分布特征。近 150a 来,生态科学不同的研究领域一直在试图研究如何按照生态环境内生长的每一类生命有机体的一般特征来对其相应环境进行类型确定与划分^[1]。譬如:早在 1807 年 Von Humboldt 就关于气候与物种分布关系定量计算的进行了探索,1823 年 Schouw 对植物区系及植被类型分布与多个气候因子的相互关系进行了探讨性研究^[2],1872 年 Griesebach 描述了全球的植被分布^[3],1892 年 Merriam 提出基于温度的北美动物区系与植物区系的地带分布的区划系统,1930 年 Koeppen 和 Geiger 提出了气候分类系统,1931 年 Thornthwaite 在 Koeppen 研究方法的基础上设计了考虑植被、土壤和流域特征在内的气候分类系统。以上系统及研究方法因过于粗糙而不可能在全球范围内加以运用,为了对这些分类系统进行改进,1947 年 Holdridge 在对中南美洲 Costa Rica 和 Carriben 地区热带植被生态的研究中认为气候条件对植被空间分布具有决定性作用^[4]。某一区域的植被在限定于一定气候条件下可根据其综合外貌的简单分类或更详细的个体群体所构成的生命形式来划分,其分类的单位称为“生命地带(Life zone)”,并根据年平均生物温度(C)(MAB)、年平均降水量(TAP)与潜在蒸散率(PER)等 3 个气候指标为主要参数,建立了 Holdridge 生命地带模型的坐标体系与分类体系,相继受到了世界科学家的广泛应用。

在研究植被生命类型与气候的响应关系如何确定的同时,生态环境的稳定性与多样性也一直是相关研究领域的科学家们在关注和研究的问题与焦点。随着时间的推移,在各种不同气候条件和人为因素的影响下,生命地带的中心发生着一定的变化^[5,6]。而生命地带中心的偏移变化趋势则相应地反映出生态环境的变化情况,所以研究通过对生命地带中心的空间分布及其偏移趋势进行监测与分析研究,进一步对生态环境的变化趋势进行定量分析研究将具有重要的指示意义。中心模型在研究人口中心及社会经济空间结构中心转移相对较早。譬如:美国 20 世纪 70 年代就 19 世纪中叶至 20 世纪 70 年代的全美人口中心转移作过计算^[7,8],明显地标示出总体人口自东向西迁移的趋势,鲜明地揭示出入口转移的基本方向、强度(速度)符合与其相关的美国地域开发自东向西展开的基本格局研究^[9]。近几年来,中心模型在逐渐被应用于土地利用类型变化空间结构的研究领域^[7]。中国复杂的地形地貌特征和气候条件对应着复杂的植被类型及其空间分布的复杂变化形态。那么,这种空间分布的中心分布及其偏移变化趋势能否很好地表征各种生命地带类型的时空变化规律及生态环境变化的内在机制呢?本文正是基于上述问题,在对中国近 40 多年来 Holdridge 生命地带的时空分布特征及其变化趋势,以及它对生态环境保护及其恢复建设进行研究综合研究之后,基于 ARC/INFO、AML 与 VC++ 编程技术,对 Holdridge 生命地带模型、Holdridge 生命地带中心分布模型进行综合集成并提出相应的技术流程,从而对中国 Holdridge 生命地带中心及其偏移变化趋势进行综合的探索性研究。

1 模型、资料与方法

1.1 Holdridge 生命地带模型(Holdridge life zone model)

Holdridge 生命地带既指示着一定的植被类型,又反映着产生该类型的热量与降水的一定数值幅度^[9,10]。从这种意义上说生命地带是地球表层水热系统及其决定的植被群落特征的综合体^[11],也可以说是气候系统的生物作用与植被系统的气候效应相互作用的产物。Holdridge 生命地带模型的理论计算公式为:

$$M(x,y,t) = \ln MAB(x,y,t) = \ln \left[\frac{1}{365} \sum_{j=1}^{365} TEM_{>0}(j,x,y,t) \right] \tag{1}$$

$$T(x,y,t) = \ln TAP(x,y,t) = \ln \sum_{j=1}^{365} P(j,x,y,t) \tag{2}$$

$$P(x,y,t) = \ln PER(x,y,t) = \ln \frac{58.93MAB(x,y,t)}{TAP(x,y,t)} \tag{3}$$

万方数据

$$d_i(x,y,t) = \sqrt{(M(x,y,t) - M_{i0})^2 + (T(x,y,t) - T_{i0})^2 + (P(x,y,t) - P_{i0})^2} \tag{4}$$

在 Holdridge 生命地带模型中,年平均生物温度(MAB)指某一年内大于 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 积温得日平均温度; TEM 为每天 24h 内大于 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的积温; P 为每天的降水量; TAP 为年降水量; PER 为年可能性蒸散率; (M_{i0}, T_{i0}, P_{i0}) 为 Holdridge 生命地带的正六边形坐标体系中第 i 种生命地带的中心坐标。当 $d_k(x, y, t) = \min \{d_i(x, y, t)\}$ 时,点 (x, y) 便归类为第 k 种生命地带类型。

1.2 Holdridge 生命地带平均中心模型

中心模型思想主要是在对研究对象的中心进行计算的基础上,根据中心的变化趋势来跟踪或者分析研究对象的空间变化特征,从而对研究对象的变化特征进行综合分析^[12,13]。所以中心模型主要应用于定量化表征研究对象的中心偏移及其变化趋势。而一定权重条件下平均中心的空间分布及其变化趋势的研究则应该是中心模型更为重要的研究领域。本文在计算中国 Holdridge 生命地带空间分布平均中心的过程中,引入中心模型并赋予每个输入因子相应的含义。因此将其称之为 Holdridge 生命地带平均中心模型。它的计算公式如下:

$$x_j(t) = \frac{\sum_{i=1}^{I_j(t)} \frac{S_{ij}(t)X_{ij}(t)}{S_j(t)}}{I_j(t)}$$

(5)

$$y_j(t) = \frac{\sum_{i=1}^{I_j(t)} \frac{S_{ij}(t)Y_{ij}(t)}{S_j(t)}}{I_j(t)}$$

(6)

式中, t 为时间变量; $I_j(t)$ 为 t 时段内第 j 种 Holdridge 生命地带类型的斑块数; $S_{ij}(t)$ 为 t 时段内第 j 种 Holdridge 生命地带地类型的第 i 个斑块的面积; $S_j(t)$ 为 t 时段内第 j 种 Holdridge 生命地带类型每个斑块的总面积; $(X_{ij}(t), Y_{ij}(t))$ 为 t 时段内第 j 种 Holdridge 生命地带地类型的第 i 个斑块的几何中心的经纬度坐标; $(x_j(t), y_j(t))$ 为 t 时段内第 j 种 Holdridge 生命地带地类型空间分布的平均中心的经纬度坐标。

1.3 资料选取与分析

本文所用的基础数据为中国 735 个站的逐日温度($^{\circ}\text{C}$)和逐日降水量(mm)观测资料。由于 1960 年以前有些站点的资料不全,因此选择站点数均为 735 的资料时段(1960~2002 年)。以上资料均为中国气象局气象中心资料室提供。根据 Holdridge 生命地带模型参数的需求,从逐日温度里提取大于 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的积温作为计算模型中平均生物温度的前期数据,从逐日降水量的资料数据中计算整理模型中所需的年降水量。并根据站点的坐标信息将站点的属性特征数据转换为空间特征数据,从而获得站点的空间分布图(图 1)。

1.4 数据处理技术与方法

为了减少对基础数据进行处理的周期和提高处理精度,采用将系列软件进行综合集成来对资料数据进行批处理,处理过程中主要的方法步骤包括:①采用软件 ACDSee5.0 技术对所有的温度和降水量原始数据的文件名进行模式化处理使所有基础资料的文件名具有统一格式;②利用 VC++6.0 进行模块化编程设计,将按离散站点每天的观测数据进行运算处理后获得每年且包括所有站点的资料数据,并将其转化为模型所需参数格式和 ARC/INFO 所需数据格式的 Txt 文件;③通过 ARC/INFO 的 AML 语言进行编程实现每年且包含所有站点的数据批量地转换为空间数据,从而获得全国年平均生物温度的点空间分布图(Point Coverage 文件)、全国年降水量的点空间分布图(Point Coverage 文件);④经过对 ARC/INFO 的 Spatial Analyst 模块中的 IDW 插值、Spline 插值、Kriging 插值等空间插值方法进行对比分析后,采用效果最好的 Kriging 插值方法分别对每年的年平均生物温度和年降水量的 Point Coverage 进行插值运算,从而获得研究时段(1960~2002 年)内每年的平均生物温度空间分布图(Grid 文件)和年降水量空间分布图(Grid 文件)。另外,对年生物温度和年降水量空间分布的 Grid 数据进行像元操作,将所有的每个像元进行平均只求算后获得研究时段内的总年均生物温度和年均降水量;⑤通过 ARC/INFO 的 AML 语言编程和 ArcToolbox 模块实现所有 Grid 文件数据到 ASCII 码文件数据的转换;⑥首先采用 VC++ 进行模块化编程,并将上一步的计算结果作为此步输入参数,进一步计算出研究时段内的可能性蒸散率。然后调用采用 VC++ 编程技术实现的 Holdridge 生命地带模型程序模块,将所有 ASCII 码文件数据按 Holdridge 生命地带模型输入参数要求进行处理后代入模型进行运算分析,便可以获得研究时段内每年 Holdridge 生命地带的 ASCII 码数据;⑦将研究时段内每年 Holdridge 生命地带的 ASCII 码数据代入采用 AML 语言和 ArcToolbox 模块结合实现的

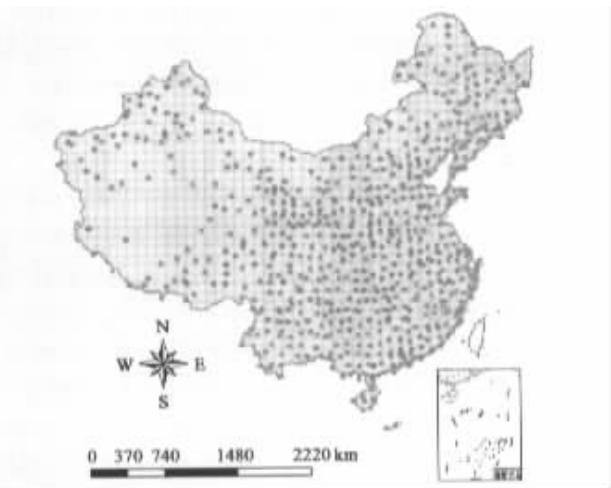


图 1 全国气象观测站点分布图

Fig. 1 Spatial distribution of the weather observation station in China

ASCII 码-Grid 转换程序中,即可获得研究时段内每年的 Holdridge 生命地带的栅格图,为了各种生命地带类型的面积和提高可视化效果,将生成的栅格图转化成相应的矢量图(Polygon Coverage);⑧利用矢量 Holdridge 生命地带序列空间分布图,运用 AML 语言和 ARC/INFO 的二次开发语言(VBA 技术)综合集成的程序模块,直接生成每种生命地带类型的中心的空间分布图;⑨ 将以上相关运算结果按 Holdridge 生命地带平均中心模型输入参数的格式和要求代入采用 VC++ 编程技术实现的生命地带平均中心模型的程序模块中进行运算分析,最终获得研究时段内每种 Holdridge 生命地带类型的平均中心空间分布图和含有 Holdridge 生命地带平均中心坐标及相应地带类型的平均面积和地带类型的数据表。上述步骤均集成在一起,所以大大提高了数据的处理速度和精度。

2 Holdridge 生命地带类型平均中心的时空分布

经过一系列的模拟运算分析后获得了全国 Holdridge 生命地带类型的平均中心时空分布图(图 2)。限于篇幅,本文将 26 种 42a 的生命地带类型的平均中心时空分布序列图综合成图 2 来进行表示,图中圆点的每一种颜色代表每一种生命地带类型,而图中每一种颜色的每一个点则代表某一种生命地带类型在 1960~2002 年间某一年的平均中心空间位置。经过对运算结果的分析可以发现我国生命地带类型的平均中心在研究时段上的时空分布是我国生物温度、降水量、可能性蒸散率等气候条件综合作用的结果,是这些气候条件在时空分布上的集中表现。对图中各种生命地带类型平均中心的时空分布情况进行分析研究可以发现:①青藏高原区。冰雪地带、高山潮湿苔原地带类型的平均中心主要分布在青藏高原东南部。高山荒漠地带类型的平均中心主要分布在青藏高原的巴颜喀拉山、柴达木盆地边缘及腾格里沙漠的南部地带。高山干苔原、高山湿润苔原、北方干旱有刺灌丛等地带类型的平均中心主要分布在青藏高原中部。北方荒漠地带类型的平均中心主要分布在青藏高原北部可可西里山一带。北方湿润森林地带类型的平均中心位置主要延唐古拉山、巴颜喀拉山、祁连山、贺兰山等山脉的阴坡一带游移分布。北方潮湿森林地带类型平均中心主要分布在青藏高原东南部,其中 1972 年与 2002 年的平均中心向东北方向偏移较大,分别偏移至六盘山和五台山一带。以上生命地带类型的平均中心主要分布于青藏高原,随着青藏高原的气温与降水量的震荡性增加趋势,生命地带类型也呈现出相应的震荡性变化趋势。由于青藏高原的气候条件和地形地貌特征极为复杂(尤其是青藏高原的东部),而这些气候条件和地形地貌条件共同作用形成的土地覆被(即表征为相应复杂的生命地带)类型的稳定性极差,所以青藏高原区的生命地带类型存在着极大的不稳定性 and 脆弱性,青藏高原东北部、东南部及东部更为明显;②干旱、沙漠区。热带荒漠地带类型的平均中心主要分布在塔里木盆地、吐鲁番盆地和准格尔盆地的中心部位,也就是相应的塔克拉玛干沙漠、古尔班通古特沙漠地带。暖温带荒漠地带类型的平均中心其主要分布在塔里木盆地东部、吐鲁番盆地南部地带,冷温带荒漠地带类型的平均中心则主要分布在暖温带荒漠地带的外围东南部、柴达木盆地西北部;冷温带刺灌丛地带类型的平均中心主要分布在祁连山以北地区、阿拉善高原边缘地带,暖温带荒漠灌丛地带类型的平均中心主要分布在准格尔盆地的北部边缘地带;③北方半干旱、半湿润及湿

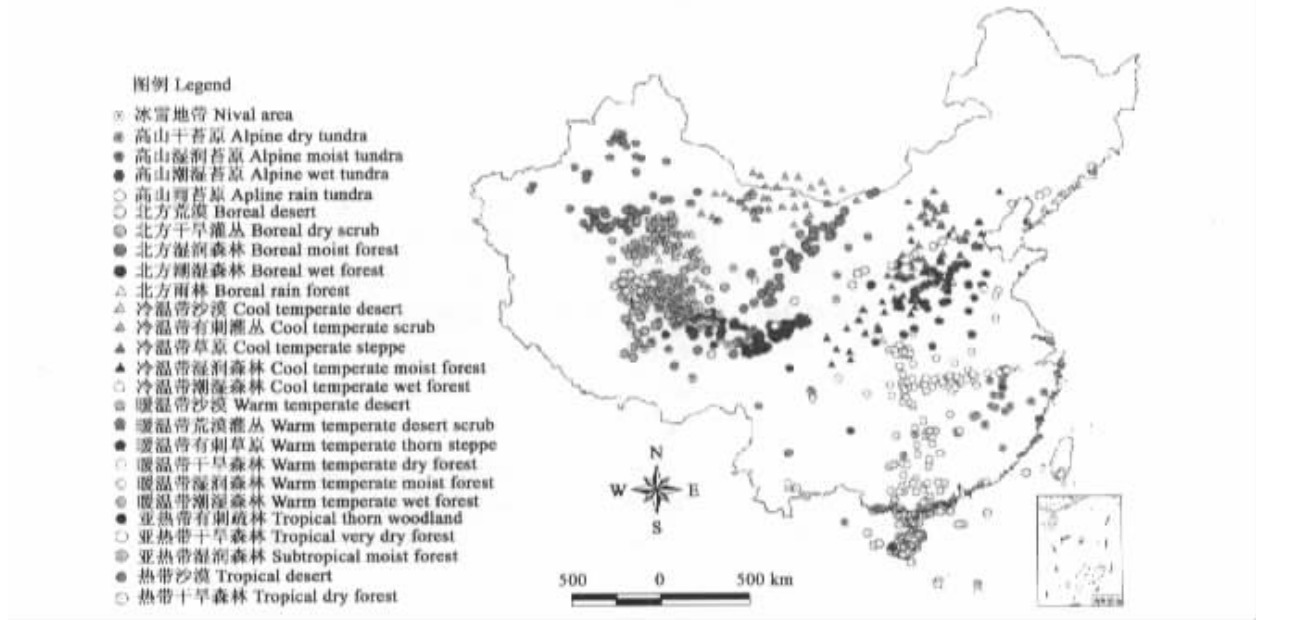


图 2 全国 Holdridge 生命地带类型平均中心的时空分布

Fig. 2 The temporal and spatial distribution map of mean center of Holdridge life zones in China

润地区。高山雨苔原地带随着气候条件的不断变化,其平均中心在不同的年份分别在太行山、秦岭、大巴山、岷山的山脊一带游动分布。冷温带草原地带类型的平均中心主要分布在东北平原、蒙古高原南部、华北平原西北部。北方雨林、冷温带湿润森林等地带类型的平均中心、主要分布在高山雨苔原地带的南部、太行山南部、长白山东部沿海一带;暖温带刺草原地带类型平均中心的空间分布由华北平原的中偏北部往西、西北与北部偏移。冷温带潮湿森林、冷温带雨林等地带类型的平均中心主要分布在峨眉山、武陵山、九岭山、天目山一带和这一带以北。暖温带干旱森林地带类型平均中心的空间分布与冷温带潮湿森林、冷温带雨林等地带类型平均中心的空间分布呈十字状交叉,主要分布在大巴山东南部、武陵山及云贵高原东部的山岭地带。④南方湿润地区。暖温带湿润森林、暖温带潮湿森林等地带类型的平均中心主要分布在暖温带干旱森林地带以南降水线为 1300~1600mm 的区域,具体主要分布在天目山东南部、武夷山、南岭、九连山一带,是我国典型的南方湿润气候类型;亚热带刺疏林、亚热带干旱森林、亚热带湿润森林等地带类型的平均中心除少数分布在降水量为 1400~1600mm 的区域外,绝大部分分布在降水量大于 1600mm 的区域,即云南南部、海南、南海诸岛、台北南部。从所有生命地带类型平均中心的时空分布图中可以看出暖温带干旱森林是我国生命地带的主要类型之一,它主要分布在降水线为 600~1300mm 的区域,它是干旱半干旱气候带向湿润半湿润气候带转变的过度地带,随着降雨量的增加和生物温度的不断升高,温带干旱森林地带呈现出波动性向西北方向偏移的趋势。因为暖温带干旱森林地带覆盖了长江上游和黄河中下游的大部分地区,所以对我国整个生态环境的稳定性起着关键性作用;通过以上分析可以表明,计算的结果和我国实际的土地覆被类型的空间分布情况是很好地吻合的,并且生命地带类型也随着气候条件的变化而发生着相应的变化。

3 Holdridge 生命地带类型平均中心的偏移趋势

为了突出 Holdridge 生命地带各种类型的偏移趋势,对研究时段(1960~2002 年)内的各种生命地带类型的平均中心进行运算处理后,将其分为 20 世纪的 60 年代、70 年代、80 年代和 90 年代等 4 个阶段来进行空间显示,从而获得全国 Holdridge 生命地带各种类型的中心偏移趋势图 3。同时为了更清楚地表征全国范围内各种生命地带类型平均中心的偏移情况,将图 3 中的全国范围图切割为(a)、(b)、(c) 3 个部分。对每一个分割图进行分析可以发现生命地带类型的平均中心存在以下偏移趋势:冰雪地带的平均中心 20 世纪的 60~70 年代未发生偏移,70~80 年代向北偏移,80~90 年代向东北偏移;高山干苔原地带的平均中心 60~70 年代向西北偏移,70~80 年代转向东南偏移,80~90 年代向东北偏移;高山湿润苔原地带的平均中心 60~70 年代向东南偏移,70~80 年代继续向东南偏移,80~90 年代转向东北偏移;高山潮湿苔原地带的平均中心 60~70 年代向西北偏移,70~80 年代继续向西北偏移,80~90 年代再向西北偏移;高山雨苔原地带的平均中心 60~70 年代未发生偏移,70~80 年代向西北偏移,80~90 年代转向东南偏移;北方荒漠地带的平均中心 60~70 年代向西北偏移,70~80 年代继续向西北偏移,80~90 年代转向东南偏移,总体上呈西北偏移;北方干旱有刺灌丛地带的平均中心 60~70 年代向西北偏移,70~80 年代转向东南偏移,80~90 年代向西南偏移;北方湿润森林地带的平均中心 60~70 年代向西南偏移,70~80 年代转向东北偏,80~90 年代转向东南偏移;北方潮湿森林地带的平均中心 60~70 年代向西南偏移,70~80 年代继续向西南偏移,80~90 年代转向东南偏移;北方雨林地带的平均中心 60~70 年代未发生偏移,80 年代未出现该地带类型(因为该类型 90 年代前基本分布于青藏高原东南部的山前地带,而 21 世纪初出现在长北山东南部一带,所以平均中心呈现出异常偏移);冷温带荒漠地带的平均中心 60~70 年代向西南偏移,70~80 年代转向西北偏移,80~90 年代继续向西北偏移;冷温带刺地带的平均中心 60~70 年代向西南偏移,70~80 年代转向西北偏移,80~90 年代转向西南偏移;冷温带草原地带的平均中心 60~70 年代向西北偏移,70~80 年代转向西南偏移,80~90 年代继续向西南偏移;冷温带湿润森林地带的平均中心 60~70 年代向西南快速偏移,70~80 年代转向东北偏移,80~90 年代转向西南偏移;冷温带潮湿森林地带的平均中心 60~70 年代向东北偏移,70~80 年代转向西北偏移,80~90 年代转向东南偏移;暖温带荒漠地带的平均中心 60~70 年代向西南偏移,70~80 年代转向东北偏移,80~90 年代转向西南偏移;暖温带荒漠灌丛地带的平均中心 60~70 年代向西北偏移,70~80 年代转向东南偏移,80~90 年代转向东南偏移;暖温带刺草原地带的平均中心 60~70 年代向西南偏移,70~80 年代转向东北偏移,80~90 年代转向西南偏移;暖温带干旱森林地带的平均中心 60~70 年代向东北偏移,70~80 年代转向西南偏移,80~90 年代转向东北偏移;暖温带湿润森林地带的平均中心 60~70 年代向东北偏移,70~80 年代继续向东北偏移,80~90 年代转向西南偏移;暖温带潮湿森林仅在 21 世纪初期才开始出现,所以未对起偏移距离及偏移方向进行分析;亚热带荒漠灌丛地带的平均中心 60~70 年代向西南偏移,该类型在 80 年代、90 年代及 21 世纪初期均未出现;亚热带干旱森林地带的平均中心 60~70 年代向西北偏移,70~80 年代转向西南偏移,80~90 年代又转向西北偏移;亚热带湿润森林地带的平均中心 60~70 年代向西南偏移,70~80 年代转向东南偏移,80~90 年代转向东北偏移;热带荒漠地带的平均中心 60~70 年代向西北偏移,70~80 年代转向东北偏移,80~90 年代转向东南偏移;热带干旱森林地带的平均中心 60~70 年代向西南偏移,70~80 年代转向东南偏移,80~90 年代转向东北偏移。

从平均中心偏移的总体趋势来看,北方湿润森林地带、北方雨林地带与冷温带湿润森林地带的偏移幅度大于其它生命地带类型的偏移幅度;20 世纪 90 年代至 21 世纪初(2000~2002)的偏移幅度大于 20 世纪的 60~70、70~80 年代和 80~90 年代的

偏移幅度。

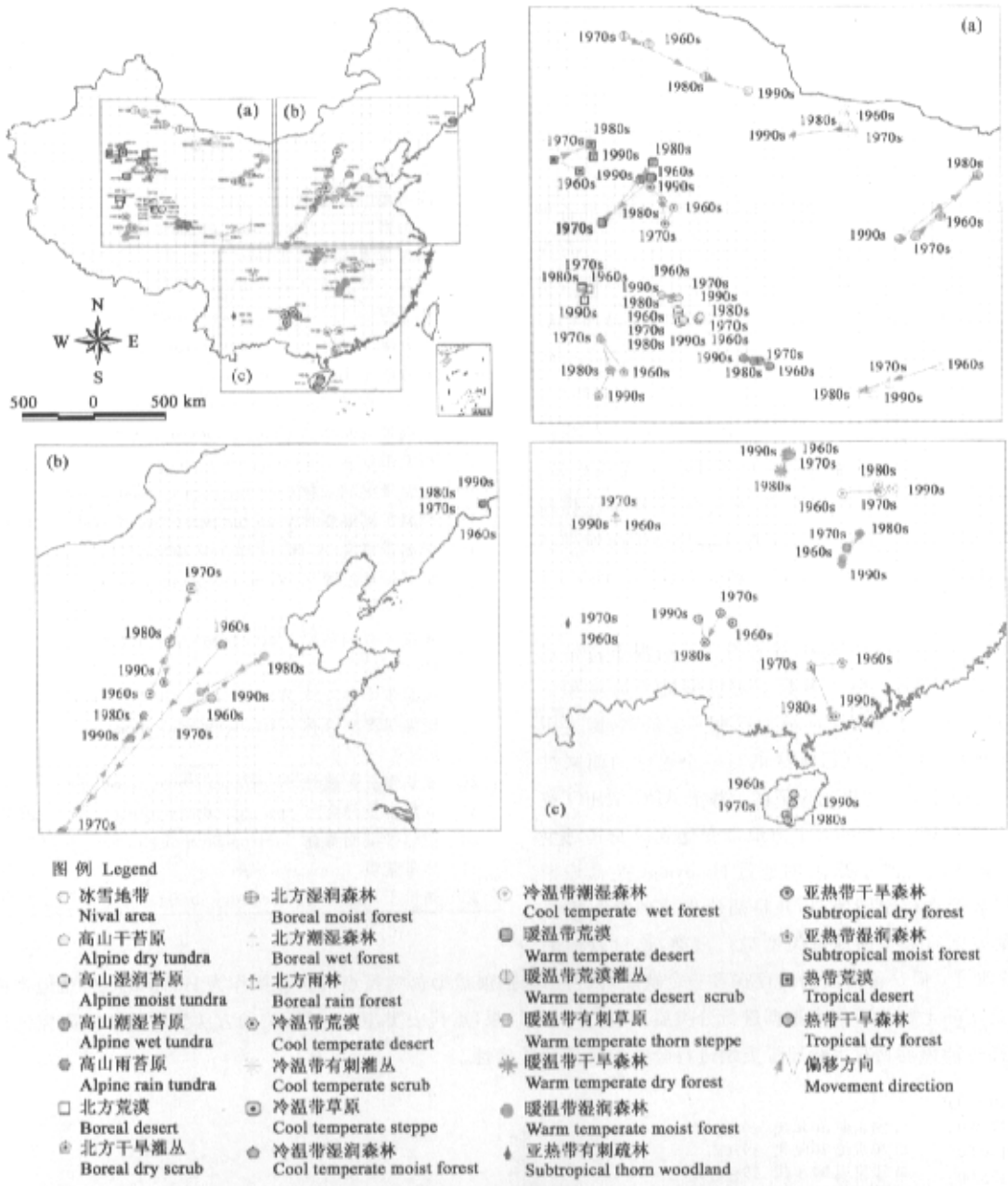


图 3 全国 Holdridge 生命地带类型平均中心的偏移趋势

Fig. 3 The mean center movement tendency map of Holdridge life zones in China

4 Holdridge 生命地带类型平均面积及其变化分析

对研究时段每 10a 的 Holdridge 生命地带类型的平均中心坐标及其平均面积数据表进行运算处理后,分别获得 20 世纪 60、70、80 和 90 年代全国 Holdridge 生命地带各种地带类型的平均面积的变化趋势数据表(表 1)、各种地带类型总平均面积的趋势图(图 4)。

对表 1 进行研究分析,在我国 Holdridge 生命地带类型的空间分布上各种类型平均面积所占比列的大小顺序为:冷温带草原地带(17.37%)>暖温带干旱森林地带(12.31%)>暖温带荒漠地带(11.72%)>冷温带荒漠地带(8.28%)>亚热带潮湿森林地带(7.93%)>冷温带带刺灌木地带(7.02%)>暖温带湿润森林地带(6.53%)>北方湿润森林地带(5.58%)>冷温带湿润森林地带(5.41%)>北方干旱带刺灌木地带(3.34%)>北方荒漠地带(3.08%)>亚热带干旱森林地带(2.57%)>热带荒漠地带

带(2.05%)>高山潮湿苔原地带(2.00%)>高山湿润苔原地带(1.82%)>北方潮湿森林地带(1.29%)>暖温带带刺草原地带(0.85%)>高山干苔原地带(0.30%)>暖温带荒漠灌丛地带(0.19%)>冷温带潮湿森林地带(0.13%)>热带干旱森林地带(0.08%)>冰雪地带(0.04%)>高山雨苔原地带与亚热带有刺疏林地带均为(0.01%)。另外,北方雨林地带与暖温带潮湿森林地带总共所占比例不足0.01%。

对图4进行分析,可以发现我国 Holdridge 生命地带各种类型平均面积的总体变化趋势:①在荒漠地带类型。北方荒漠地带与冷温带荒漠地带的平均面积 20 世纪 60~70 年代呈增加趋势,以后均呈缓慢减少趋势;暖温带荒漠总体呈增加趋势外,60~70 年代呈缓慢增加趋势,70~80 年代快速增加,90 年代后呈缓慢减少趋势;热带荒漠 60~80 年代呈减少趋势,80~90 年呈增加趋势。③另外,从图 4 中还可以看出,在我国 Holdridge 生命地带类型中冷温带草原地带、暖温带荒漠地带、冷温带荒漠地带、暖带干旱森林地带、亚亚热带湿润森林地带、冷温带带刺灌丛地带、暖温带湿润森林地带等生命地带类型占了整个全国生命地带类型总面积的绝大部分(71.16%)。

5 讨论

以前对 Holdridge 生命地带模型的研究均局限于将站点数据作为生命地带模型的输入参数来对模型进行运算和分析,采用这些结果来对生态类型的分类存在一定缺陷,因为用点数据表征面数据、用点数据运算结果对一个连续的面来进行分类处理的准确性是无法得到保证的。基于 ARC/INFO 技术,岳天祥等^[4]在中国 Holdridge 生命地带变化规律及其对生态环境稳定性影响的模拟分析中,对通过 Holdridge 生命地带模型运算的点数据进行空间插值,并将插值生成的空间栅格数据转换矢量数据后对生命地带类型进行分类,这对以前的方法有很大的改进。但这种方法仍然存在着一一定缺陷,因为用来插值数据仍然是点数据直接作为 Holdridge 生命地带模型输入参数的结果,这实际上相当于用点数据进行分类后,再将分类的结果(点代表类型)通过插值的方法扩散到相应研究区域的表面上,因此它同样可能影响到对生命地带类型进行分类的精度和准确性。

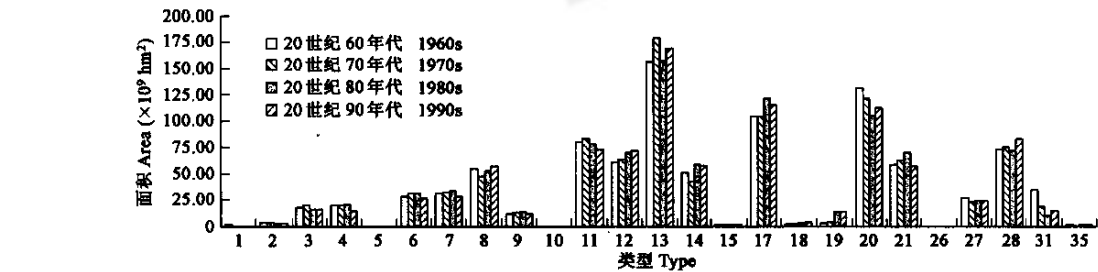


图 4 中国各种 Holdridge 生命地带类型平均面积的变化趋势
Fig. 4 The changing trend on mean area of Holdridge life zones in China

鉴于以上情况,本文在研究技术方法上采取了更大改进:采用相应的计算机软件与 ARC/INFO 软件进行模块化集成,形成合理的技术流程。既保证了研究技术的逻辑性和严密性,也大大提高了对数据进行处理周期;在对 Holdridge 生命地带模型运算的过程中,对研究时段内每一年的生物温度和降水量的站点数据经过转换后,首先采用 ARC/INFO 的空间插值技术使之转化为连续分布的栅格数据,其次运用模型相应的程序模块来对每一个栅格单元进行操作,从而获得生命地带类型空间分布的

表 1 研究时段内各种生命地带类型所占比例(1960~2000)
Table 1 The proportion of each Holdridge life zone type average area from 1960s to 1990s

编码 Code	Holdridge 生命地带类型 Holdridge life zone type	百分比(%) Proportion (%)
1	冰雪地带 Nival area	0.04
2	高山干苔原 Alpine dry tundra	0.30
3	高山湿润苔原 Alpine moist tundra	1.82
4	高山潮湿苔原 Alpine wet tundra	2.00
5	高山雨苔原 Alpine rain tundra	0.01
6	北方荒漠 Boreal desert	3.08
7	北方干旱灌丛 Boreal dry scrub	3.34
8	北方湿润森林 Boreal moist forest	5.58
9	北方潮湿森林 Boreal wet forest	1.29
10	北方雨林 Boreal rain forest	0.00
11	冷温带荒漠 Cool temperate desert	8.28
12	冷温带带刺灌丛 Cool temperate scrub	7.02
13	冷温带草原 Cool temperate steppe	17.37
14	冷温带湿润森林 Cool temperate moist forest	5.51
15	冷温带潮湿森林 Cool temperate wet forest	0.13
17	暖温带荒漠 Warm temperate desert	11.72
18	暖温带荒漠灌丛 Warm temperate desert scrub	0.19
19	暖温带带刺草原 Warm temperate thorn steppe	0.85
20	暖温带干旱森林 Warm temperate dry forest	12.31
21	暖温带湿润森林 Warm temperate moist forest	6.53
26	亚热带有刺疏林 Subtropical thron woodland	0.01
27	亚热带干旱森林 Subtropical dry forest	2.57
28	亚热带湿润森林 Subtropical moist forest	7.93
31	热带荒漠 Tropical desert	2.05
35	热带干旱森林 Tropical dry forest	0.08

栅格数据,并在此基础上运行生命地带平均中心模型,最后生成中国 Holdridge 生命地带类型平均中心的时空分布图。这一方法的运算结果更符合实际和逼近研究现象,它解决了以前研究技术上存在的缺陷。不仅提高了生命地带类型分类结果的精确度和可信度,为研究生命地带类型平均中心的时空分布及其偏移趋势提供了科学合理的基础研究数据。同时,此技术流程中使用 VC++ 与 ARC/INFO 的集成技术还使得传统使用中心模型时求解中心坐标的难题变的非常容易、快速、准确。

根据对中国 Holdridge 生命地带类型平均中心的时空分布、偏移趋势及平均面积特征与变化的分析研究表明生命地带类型平均中心的时空分布及其偏移趋势与相关气候因子的变化模式存在着一定的耦合关系,它与我国土地覆被类型实际的空间分布及其变化情况能够很好地吻合,同时也与我国荒漠化面积在逐渐扩大的实际相符。高山湿润苔原地带与高山潮湿苔原地带逐渐增加,这是因为它们主要分布于青藏高原上,而这与青藏高原近半个以来降水量呈增加的趋势也是相符的。北方湿润森林地带、暖温带干旱森林地带与暖温带湿润森林地带呈增加趋势,这与我国东北部、东部与南部地区近半个世纪以来降水量增加和温度升高同样很好吻合。总之,从上面的分析中可以发现 Holdridge 生命地带类型面积的空间分布变化与相应的气候条件(尤其是降水量、温度)极其相关。

References:

[1] Yue T X, Liu J Y, Jørgensen S E, *et al.* Changes of Holdridge life zone diversity in all of china over half a century. *Ecological Modelling*, 2001, **144**: 153~162.

[2] Schouw J F. *Grundzuege einer allgemeinen Pflanzen geographie*. Publisher, Berlin,1823.

[3] Griesebach A H R. *Die Vegetation der Erde nach ihrer klimatischen Anordnung*. W. Engelmann, Leipzig, 1872.

[4] Holdridge L R. Determination of world plant formations from simple climate data. *Science*, **105** (2727): 367~368.

[5] Masry S E, Cramer B G, Hilborn W H. Difference detection. Photogrammetric Eng. *Remote sensing*, 1975, **41**: 1145~1148.

[6] Weismiller R A, Kristof S J, Scholz D K, *et al.* Change detection in coastal zone environments. Photogrammetric Eng. *Remote sensing*, 1977, **43**: 1533~1539.

[7] Shaw G, Wheeler D. *Statistical Techniques in Geographical Analysis*. Wiley, New York. 1985.

[8] Yue T X, Liu J Y, Jørgensen S E, *et al.* Landscape change detection of the newly created wetland in Yellow River Delta. *Ecological Modelling*, 2003,**164**:21~31.

[9] Zhang X S. A vegetation-climate classification system for global change studies in china. *Quaternary science*, 1993, **5**(2): 157~169.

[10] Zhou G S, Zhang X S. Study on Chinese climate-vegetation relationship. *Acta Phytocologica Sinica*, 1996, **20**(2): 113~119.

[11] Li K R, Chen Y F, Huang M, *et al.* Model studies of the impacts of climate change on land cover and its feedback. *Acta Geography Sinica*, 2000, **55**(Supplement): 57~63.

[12] Yue T X. A study on remote sensing method for biological diversity. *Chin. Biodivers*, 2000, **8**(3): 343~346.

[13] Yue T X. Studies and questions on biological diversity. *Acta Ecologica Sinica*, 2001, **21**(3): 462~467.

参考文献:

[9] 张新时. 研究全球变化的植被-气候分类系统. *第四纪研究*, 1993, **5**(2): 157~169.

[10] 周广胜,张新时. 中国气候-植被关系初探. *植物生态学报*, 1996, **20**(2): 113~119.

[11] 李克让,陈育峰,黄玫,等. 气候变化对土地覆被变化的影响及其反馈模型. *地理学报*, 2000,**55**(增刊): 57~63.

[12] 岳天祥. 生物多样性遥感研究方法浅议. *生物多样性*, 2000, **8**(3): 343~346.

[13] 岳天祥. 生物多样性研究及其问题. *生态学报*, 2001, **21**(3): 462~467.