

96,16(4)  
337-344

5701(1)

# 黄河三角洲地区人类活动对景观结构的影响分析

——以山东省东营市为例

陈利顶 傅伯杰

(中国科学院生态环境研究中心, 北京, 100085)

337-344  
P 901

A

**摘要** 景观生态学是研究由不同生态系统所组成的景观的空间结构、相互作用、功能及动态变化。研究人类活动的区域差异对景观结构的影响, 探讨人类活动的强弱对生物生境和资源分布格局的干扰, 成为景观生态学研究的一个重要方面。本文以我国黄河三角洲地区东营市为研究区域, 通过选取景观多样性、优势度、景观破碎度和景观分离度作为评价指标, 分析了该区人类活动和景观结构之间的关系。研究表明, 人类活动对景观结构具有显著的影响, 主要表现在: 1) 人类活动对景观多样性有较为明显的影响, 随着人类活动的加强, 景观多样性降低。2) 人类活动的强度与景观的破碎度成正比关系。随着人类活动的加强, 景观越破碎, 其破碎度的值越大, 人类活动越弱, 景观破碎度的值越小。3) 景观分离度与人类活动的关系较为复杂, 表现为两个方面, 与人类活动密切相关的景观类型, 如耕地和居民点及工矿用地, 景观的分离度与人类活动强度成反比关系, 对于那些受人类影响遗留下的自然或半自然景观类型, 如: 草地、水域、盐碱地及荒地, 景观的分离度和人类活动成正比关系。

景观生态学

**关键词:** 黄河三角洲, 景观多样性指数, 景观优势度, 景观分离度, 景观破碎度。

景观结构, 人类活动

## ANALYSIS OF IMPACT OF HUMAN ACTIVITY ON LANDSCAPE STRUCTURE IN YELLOW RIVER DELTA—A CASE STUDY OF DONGYING REGION

Chen Liding Fu Bojie

(Research Center for Eco-Environmental Sciences, the Chinese Academy of Sciences, Beijing, China, 100085)

**Abstract** Landscape ecology deals mainly with the spatial pattern, interaction, function and dynamic change of landscape which is composed of various ecosystems. Studies on the impact of human activity on landscape pattern, biological habitat and resource distribution have been a very important field of landscape ecology. In this paper, Dongying region in Yellow river Delta was selected for case study. Four indices such as landscape diversity, landscape dominance, landscape fragmentation and landscape isolation were chosen to analyze quantitatively the relationship between human activity and landscape structure. The landscape diversity in this area

• 国家自然科学基金资助项目, 中国科学院院长基金资助项目。

收稿日期: 1995 08 13, 修改稿收到日期: 1995 12 05。

decreased with the increase of human activity while the landscape dominance was in a direct proportion to human activity. In this region, the landscape was becoming more fragmented with the strengthening of human activity. There was an inverse relationship between the landscape isolation and human activity for those man-made landscape types, such as landscape type 1 (farmland), landscape 5 (residential site), but for those natural or remained landscape types such as the landscape type 3 (forest land), landscape type 4 (grassland), landscape type 7 (wet land) and landscape type 8 (unclaimed land), there was a direct relationship between the landscape isolation and human activity. It was such concluded that the human activity has a strong impact on the landscape structure.

**Key words:** Yellow river Delta, landscape diversity, landscape dominance, landscape fragmentation, landscape isolation.

景观生态学(Landscape ecology)研究由不同生态系统所组成的景观的空间结构、相互作用、功能及动态变化。它以整个景观为研究对象,强调空间的异质性的维持与发展,生态系统之间的相互作用,大区域生态种群的保护与管理,环境资源的经营管理,以及人类活动对景观及其组分的影响<sup>[1,2]</sup>。景观结构是指景观中大小和形状不一的景观元素在空间上的分布关系,研究其随时间的变化、演替和外界干扰对景观结构的影响。这一研究对于环境资源的管理和生物多样性的保护具有重要意义。特别在人类活动十分活跃的平原地区,研究人类活动的区域差异对景观结构的影响,探讨人类活动的强弱对生物生境和资源分布格局的干扰,对于生物多样性的保护和资源管理十分重要。

### 1 区域概况

黄河三角洲位于山东省东北部,以垦利县宁海为顶点,北起套尔河口,南至淄脉河口,呈扇状凸出于渤海湾与莱州湾之间,总面积 5943 km<sup>2</sup><sup>[3]</sup>。它是我国四大河口三角洲之一,也是我国重要的石油能源基地,具有丰富的土地后备资源<sup>[4]</sup>。为了研究工作的方便和资料的完整性,选用位于黄河三角洲地区的东营市作为研究的区域。

研究区域位于东经 118°07' ~ 119°10', 北纬 36°55' ~ 38°12', 南北长 132 km, 东西宽 74 km; 北临渤海, 东濒莱州湾, 属于暖温带半湿润季风气候区, 气候温和, 四季分明, 雨热同期; 年平均气温 12℃左右, 无霜期 200 d 以上, 年均降水量 592.2 mm; 全区总面积 7812 km<sup>2</sup>(见图 1)。本区土地资源丰富, 后备资源充足, 而且黄河河口堆积平原仍以年平均 25 km<sup>2</sup> 的速度向外延伸, 平均每年有近 2500 hm<sup>2</sup> 的新增土地形成<sup>[3,4]</sup>; 本区人类活动十分强烈, 但分布不平衡, 主要集中在本区的东南部和西部地区, 靠近海岸的地区人类活动相对较弱。自黄河三角洲开发以来, 人类活动迅速发展, 特别是 60 年代胜利油田大会战以来, 人类活动对本区自然生态环境的影响日趋严重, 随着黄河三角洲向外延伸, 人类活动也从西南向东北发展, 呈现出区域上的差异。在本区的东南部和西部地区, 人类活动比较强烈, 对自然景观的影响较大, 而在东北部和近海岸的地方, 人类活动相对较弱, 对自然景观的改造和影响较小。本区总人口 1621147 人, 1994 年的工农业总产值(以 1990 年的不变价格计算)为 1586151 万元, 全区土地垦殖率为 31.4%, 而且在空间分布上差异较大(表 1)。

表 1 黄河三角洲地区东营市的基本概况(以 1994 年为准)\*

Table 1 The basic data of Dongying city, Yellow River Delta

项 目 Items	东营区 Dongying area	河口区 Hekou area	垦利县 Kenli	利津县 Lijin	广饶县 Guangrao	全市 Total
总人口(人)Population(person)	489842	172132	208677	288850	461646	1621147
土地总面积 Land area(hm <sup>2</sup> )	115562	213879	209289	128691	113787	781207.5
粮食播种面积 Grain cultivated area(hm <sup>2</sup> )	20443	19643	45507	48131	67097	200821
年末实有耕地面积 Cultivated area(hm <sup>2</sup> )	18702	18673	30620	41959	52350	162304
土地垦殖率*(%)Land cultivation index(%)	28.8	21.4	21.0	44.5	57.2	31.4
工农业总产值(万元)Industry and agricultural gross output(10 <sup>4</sup> Yuan RMB)	68305	30607	100513	123167	270270	592862
粮食总产量 Gross grain yield(10 <sup>4</sup> kg)	93433	44043	127361	174103	380437	819377
人均工农业总产值(元/人)Capita industry and agricultural gross output(Yuan RMB/person)	1394	1778	4817	4264	5854	3657
土地生产率 Land productivity(Yuan RMB/hm <sup>2</sup> )	5911	1431	4803	9571	23752	7589
人口密度(人/km <sup>2</sup> ) Population density(Persons/km <sup>2</sup> )	423.9	80.5	99.7	224.5	405.7	207.5

\* 资料来源于《东营市经济统计资料提要 1994》。

\* \* 资料来源于《东营市土地资源》，东营市土地管理局编，1993。

## 2. 研究方法

景观生态学注重于空间的异质性和空间格局的研究,对此,已提出了不同的定量评判指标<sup>[1,3~8,11]</sup>;如景观的多样性指数、均匀度、优势度、镶嵌度、聚集度、分离度、生境破碎化指数以及景观中斑块形状的分维分析等,为景观空间格局的分析奠定了基础。本文结合区域的特点,主要选用以下几种指标分析本区人类活动与景观结构之间的相互关系。

### 2.1 景观类型多样性指数

景观多样性是指景观元素或生态系统在结构、功能以及随时间变化方面的多样性,它反映了景观的复杂性<sup>[12]</sup>。景观多样性包括景观类型多样性、组合格局多样性和斑块多样性<sup>[14]</sup>。此处选用景观类型多样性,它是指景观中类型的丰富和复杂程度,类型多样性的测定多考虑不同景观类型(如农田、草地、森林等)在景观中所占面积的比例和类型的多少,本文选用两个指标。

**2.1.1 景观多样性指数** 根据信息论原理,参考 Shannon-Weaner 指数,景观多样性指数为:

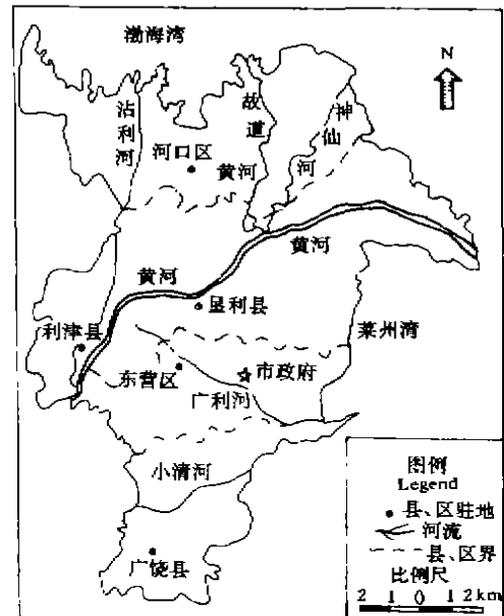


图 1 研究区域位置示意图

Fig. 1 The situation of study area

$$H = - \sum_{i=1}^m (P_i) \times \log(P_i) \quad (1)$$

式中  $H$  为多样性指数,  $P_i$  是景观类型  $i$  所占面积的比例,  $m$  为景观类型的数目。  $H$  值越大, 表示景观多样性越大。

**2.1.2 优势度** 优势度 (Dominance)<sup>[6]</sup> 用于测度景观结构中一种或几种景观类型支配景观的程度, 它与多样性指数成反比, 对于景观类型数目相同的不同景观, 多样性指数越大, 其优势度越小, 其表达式为

$$D = H_{\max} + \sum_{i=1}^m (P_i) \times \log(P_i) \quad (2)$$

式中,  $D$  为景观的优势度;  $H_{\max}$  表示最大多样性指数,  $H_{\max} = \log(m)$ 。

## 2.2 景观的破碎度

景观的破碎度是指景观被分割的破碎程度, 它与自然资源保护密切相关<sup>[9]</sup>, 许多生物物种的保护均要求有大面积的自然生境, 随着景观的破碎化和斑块面积的不断缩小, 适于生物生存的环境在减少, 它将直接影响到物种的繁殖、扩散、迁移和保护。人类活动对景观结构的影响十分突出, 研究景观的破碎度对景观中生物和资源的保护具有重要意义。文献 [2] 曾给出了一种生境破碎化指数的计算方法, 但计算繁琐, 本文用单位面积中各种斑块的总个数作为景观破碎度的判别指标:

$$C = \frac{\sum n_i}{A} \quad (3)$$

其中,  $C$  表示景观的破碎度;  $\sum n_i$  为景观中所有景观类型斑块的总个数;  $A$  为景观的总面积。

## 2.3 景观的分离度

景观分离度是指某一景观类型中不同斑块个体分布的分离程度, Cheryl M. Pearce<sup>[10]</sup> 在研究森林景观格局时, 给出了一种森林斑块分离度的计算公式, 即  $D_i = 1/2 \sqrt{\frac{n_i}{A}}$ ;  $D_i$  代表斑块的分离度,  $n_i$  表示森林斑块的总个数;  $A$  为景观的总面积; 它仅给出了分离度和斑块个数之间的关系, 而没有考虑景观中斑块面积的影响。很明显, 当景观中斑块个数为定值时, 其面积占景观总面积的比例越大, 其分离度越小, 反之, 分离度越大; 因此, 在计算景观分离度时, 必须考虑面积对它的影响, 本文用下式计算景观的分离度

$$F_i = \frac{D_i}{S_i} \quad (4)$$

其中,  $F_i$  为景观类型  $i$  的分离度;  $D_i$  为景观类型  $i$  的距离指数;  $D_i = 1/2 \sqrt{\frac{n_i}{A}}$ ;  $S_i$  为景观类型  $i$  的面积指数;  $S_i = A_i/A$ ;  $A$  为景观的总面积;  $A_i$  表示景观类型  $i$  的总面积;  $n_i$  表示景观类型  $i$  中的斑块总个数。

通过上述 4 个评价指标, 计算研究区域内不同县区各指标的大小, 进而分析人类活动与景观结构之间的关系。

## 2.4 资料来源

本文在野外考察的基础上, 主要利用东营市 1:100000 土地利用现状图、东营市土地资源和东营市 1993 年、1994 年度经济统计年鉴进行计算分析。

### 3 结果分析与讨论

#### 3.1 景观分类

景观分类主要根据东营市土地利用的现状和土地资源的特点,将研究区域分为 8 个景观类型,通过利用 1:100000 土地利用现状图探讨人类活动对景观结构的影响。

**3.1.1 景观类型 1(耕地)** 主要为种植农作物的土地,包括新开荒地、休闲地、轮歇地、草田轮作地;或以种植农作物为主,间有零星果树、桑树或其它树木的土地,耕种 3 a 以上的滩涂以及包括耕地中宽度小于 2 m 的沟渠、道路、田埂。耕地是人类活动的主要场所之一,也是本区人类影响最大的景观类型。本区耕地面积达到 173901 hm<sup>2</sup>,占全区面积的 22.3%。根据土地利用的方式不同,耕地又可分为灌溉水田、水浇地、旱地和菜地。

**3.1.2 景观类型 2(园地)** 以种植采集果、叶、根、茎等为主的集约经营的多年生木本和草本植物,覆盖度大于 50%的土地。本区包括果园和桑园两种类型,共有面积 3182 hm<sup>2</sup>,占全区面积的 0.41%。

**3.1.3 景观类型 3(林地)** 指以生长乔木、灌木等林木的土地,不包括居民绿化用地和铁路、公路、河流、沟渠的护路、护岸林。根据林木的生长情况、种类,又可以分为有林地、灌木林、疏林地、未成林地、迹地和苗圃。本区林地面积为 20034 hm<sup>2</sup>,占全区面积的 2.56%。

**3.1.4 景观类型 4(牧草地)** 以生长草本植物为主,用于畜牧业的土地,本区有天然草地,改良草地和人工草地 3 种类型,是本区畜牧业的基础。全区共有面积 44207 hm<sup>2</sup>,占总面积的 5.66%。

**3.1.5 景观类型 5(居民点及工矿用地)** 指城乡居民点、独立居民点以及居民点以外的工矿、国防、名胜古迹等企事业单位用地,包括其内部交通、绿化用地。全区面积为 50703 hm<sup>2</sup>,占总面积的 6.49%。

**3.1.6 景观类型 6(交通过地)** 指居民点以外的各种铁路、公路、农村道路、民用机场、港口码头及其有关附属设施和其旁边的护路林。它成为不同生态系统之间物质与能量交换的主要通道,也成为分割不同景观类型为许多斑块的边界。全区交通过地 12417 hm<sup>2</sup>,占总面积的 1.59%。

**3.1.7 景观类型 7(水域)** 指陆地水域和水利设施用地,包括河流水面、水库水面、坑塘水面、苇地和滩涂,但不包括滞洪区和垦植 3 a 以上的滩地、海涂中的耕地、林地、居民点、道路等,全区水域面积 230668 hm<sup>2</sup>,占总面积的 29.5%。

**3.1.8 景观类型 8(未利用地)** 指在研究区域中目前尚未利用的土地和难以利用的土地,主要有荒草地、盐碱地、田坎等,是本区至今为止尚未受到人类活动改造的一种特殊景观类型,面积为 174544 hm<sup>2</sup>,占全区面积的 22.34%。

#### 3.2 计算结果与讨论

以东营市 1:1000000 土地利用现状图和其它有关统计资料,计算了东营市和下属 5 个县区的景观多样性指数、优势度、破碎度和分离度(表 2 和表 3)。

根据表 2 和表 3 显示的结果,结合区域人口、经济的发展状况,可以发现本区的景观结构有如下特点:

从表 2 可以看出,景观多样性、优势度在空间上存在着较大的差异;若以全区的值作为平均值,在本区下属 5 个县区中,有 2 个县区的多样性指数大于全区的平均值,分别是河口区和垦利县,其它 3 县的值则小于平均值;多样性指数反映了一个景观中不同景观类型

分布的均匀化和复杂化的程度。本区人类活动比较强烈,它对景观多样性有较为明显的影响;通常,人口集中、人类活动强烈的地区,自然景观受到改造的程度愈大,土地多被集中开垦为农业、工矿、城市及农村居民用地,区域内景观类型减少,多样性降低。在本区多样性指数分析中,东营区、利津县、广饶县的值低于全区的平均值,分别为 0.613、0.63 和 0.55,它们的人口密度分别为 423.9、224.3、405.7 人/km<sup>2</sup>,土地生产率分别为 5911、9571、23752 元/hm<sup>2</sup> 均大于全市的平均值;而河口区垦利县人口密度分别为 80.5、99.7 人/km<sup>2</sup>,土地生产率分别为 1431、4803 元/hm<sup>2</sup>,均低于全市的平均值,计算出的多样性指数却高于全市的平均值,分别为 0.744 和 0.753,由此可见人类活动对景观多样性的影响。

表 2 东营市及下属 5 个县区的景观多样性指数、优势度和破碎度统计

Table 2 Landscape diversity, dominance and fragmentation in different areas of Dongying city

项 目 Items	东营区 Dongying area	河口区 Hekou area	垦利县 Kenli	利津县 Lijin	广饶县 Guangrao	全 市 Whole area
景观多样性指数 Landscape diversity	0.63	0.744	0.753	0.63	0.55	0.707
景观优势度 Dominance index	0.29	0.16	0.15	0.27	0.35	0.193
景观破碎度 Fragmentation index (Patches/km <sup>2</sup> )	0.589	0.279	0.443	0.663	0.672	0.489

表 3 东营市几种典型景观类型的分离度统计

Table 3 Landscape isolation value of several typical landscape types, Dongying region

景观类型 Landscape types	东营区 Dongying area	河口区 Hekou area	垦利县 Kenli	利津县 Lijin	广饶县 Guangrao	平均值 Average
1	0.14	0.087	0.14	0.066	0.050	0.097
2	8.82	6.13	—	—	2.38	5.78
3	9.12	0.35	0.075	1.88	—	2.86
4	—	0.059	0.056	0.303	—	0.139
5	0.44	1.5	2.01	1.24	0.64	1.166
7	0.0104	0.0078	0.0074	0.0106	—	0.00905
8	0.122	0.047	0.082	0.156	0.201	0.1176

景观破碎度值与景观多样性指数恰恰相反,河口区和垦利县的值小于全区的平均值,其它几个县区的值则大于平均值。这是因为景观的破碎度反映的是单位面积上斑块个数的多少;随着人类活动的加强,原来较大的自然景观斑块被改造为许多较小的斑块;同时随着道路、引水排水渠的修建,将原来较大斑块的景观分割为许多大小不同的小斑块,也增加了景观的破碎度;而在经济落后、人类活动较弱的地区,修建的道路、沟渠相对较少,它对景观的分割影响较小,因而,景观破碎度的值较低。

从表 3 可以看出:除景观类型 2、3 具有较大的分离度外,其它几类景观的分离度均比较小。但无论何种景观类型,其分离度的大小在不同县区存在着较大的差异,在一定程度上反映了人类活动强度对景观结构的影响。景观类型 2 和 3 分别为园地和林地,均为人类活动直接影响的景观类型,但由于这两种类型为本区土地利用的次要方式,在区域分布上比较分散,面积较小,因而分离度较大。

表 3 还显示出:其它景观类型的分离度与人类活动的强度有较为密切而复杂的关系。

主要表现在两个方面:1)与人类活动密切相关的景观类型,如耕地和居民用地,景观类型的分离度与人类活动强度成反比关系,人类活动强烈的地区,其分离度较小,而人类活动较弱的地区,景观类型的分离度反而较大,如利津县和广饶县为人类活动比较强烈的地区,其景观类型1(耕地)的分离度分别为0.50和0.66(东营区除外),景观类型5(居民点及工矿用地)的分离度分别为1.24和0.64,东营区为0.44,均比其它2个县区分离度的值低。2),对于那些受人类影响残留下的自然或半自然景观类型,其分离度的大小和人类强度成正比关系,如景观类型4(草地):利津县的值为0.303,而垦利县和河口区的值分别为0.056和0.059,均比利津县低得多;景观类型7(水域):在计算的4个分离度中,东营区的值为0.0104,利津县的值为0.016,而垦利县和河口区的分离度分别为0.0074和0.0078,可见其差别;对于景观类型8(盐碱地及荒地),5个县区的分离度从小到大排列的顺序为:河口区、垦利县、东营区、利津县和广饶县,也反映出景观分离度与人类活动强度的正比关系。将不同景观的分离度和景观中人口密度,土地生产率作回归分析,得到的相关系数如表4,也反映了上述规律。

表4 不同景观类型的分离度和人口密度、土地生产率的相关系数

Table 4 Relationship between landscape isolation index and population density, land productivity

项 目 Items	景观类型 Landscape type						
	1	2	3	4	5	7	8
人口密度 Population density	-0.14	-0.046	-0.971	-0.991	-0.994	+0.82	+0.805
土地生产率 Land productivity	-0.653	+0.813	+0.251	+0.907	-0.519	+0.773	+0.944

由表4可知,除了景观类型1和2外,其它几种景观类型均与人口密度有较密切的关系,这是由于耕地和园地,除了受人类活动的强烈影响外,还与土地的适宜性、经济发展需求、区域规划和生活习惯有较大的关系。对于土地生产率,除了耕地、林地和居民用地外,其它景观类型的分离度均有较好的相关关系,充分反映了人类活动对景观分离度,特别是自然和半自然景观的影响。

#### 4 结语

黄河三角洲是我国重要的农业生产和石油能源基地,人类活动十分强烈。在发展经济的同时,人类对区域景观结构的影响十分明显,表现在区域上的差异比较突出。研究表明:(1)人类活动对景观多样性有较为明显的影响。随着人类活动的加强,景观多样性降低。(2)人类活动的强度与景观的破碎度成正比关系,随着人类活动的加强,景观越破碎,其破碎度的值越大,人类活动越弱,景观破碎度的值越小。(3)景观分离度与人类活动的关系较为复杂,表现为两个方面,与人类活动密切相关的景观类型,如耕地和居民点及工矿用地,景观的分离度与人类活动强度成反比关系;对于那些受人类影响遗留下的自然或半自然景观类型,如:草地、水域、盐碱地及荒地,景观的分离度和人类活动成正比关系。这将对区域的物种多样性的保护和资源管理具有重要的价值。

## 参 考 文 献

- 1 伍业刚, 李哈滨. 景观生态学的数量研究方法, 当代生态学博论(刘建国主编). 北京: 中国科学技术出版社, 1992, 30~40
- 2 李哈滨, 伍业刚. 景观生态学的数量研究方法, 当代生态学博论(刘建国主编). 北京: 中国科学技术出版社, 1992, 209~234
- 3 杨林芳. 黄河三角洲土地资源开发利用探讨. 自然资源, 1992, (1): 5~12
- 4 杨林芳. 黄河三角洲土地后备资源开发研究. 自然资源, 1993, (4): 33~38
- 5 O'neill R V, Krummel J R, Gardner R H *et al.* Indices of landscape pattern. *Landscape Ecology*, 1986, **1**: 153~162
- 6 Romme W H. Fire and landscape diversity in subalpine forests of Yellowstone Park. *Ecol. Monogr.*, **52**: 199~221
- 7 Li H and Reynolds J F. A new contagion index to quantify spatial pattern of landscapes. *Landscape Ecology*, 1993, **8**: 155~162
- 8 Olsen E R, Ransey R D, Winn D S. A modified fractal dimension as a measure of landscape diversity. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 1993, **59**: 1517~1520
- 9 Verner J Morrison M L and Ralph C J. (eds), *Wildlife 2000; Modeling Habitat Relationships of Terrestrial Vertebrates*. University of Wisconsin Press, Madison, U. S. A. 1986
- 10 Pearce M C. pattern analysis of forest cover in southwestern Ontario. *The East Lakes Geographer*, 1992, **27**: 65~76
- 11 傅伯杰. 黄土区农业景观空间格局分析. 生态学报, 1995, **15**(2): 113~120
- 12 马克平, 钱迎倩, 王晨. 生物多样性研究的现状与发展趋势. 生物多样性研究的原理与方法(中国科学院生物多样性委员会编). 北京: 中国科学技术出版社, 1994, 1~12
- 13 傅伯杰. 景观多样性分析及其制图研究. 生态学报, 1995, **15**(4): 345~350