

景观规划模式与景观韵律学

宗跃光, 甄 峰

(南京大学城市与资源学系 210093)

摘要:景观规划韵律学研究是目前国际景观生态规划的前沿领域。在总结景观规划的“斑—廊—基模式”基础上,将这一模式推广到“斑—廊—网—基—体模式”,并尝试揭示隐藏在这一模式内的景观韵律。景观韵律包括景观要素的形状、结构、层次、组份、形态、配置、连通、辐射、尺度、时序等空间结构和空间过程,景观韵律可以定义为:一定区域内特定时段景观要素的镶嵌格局与空间配置规律。景观度量学的数量分析方法成为景观韵律研究的重要手段和工具。在具体案例分析中,根据研究地区景观要素的空间配置特点、景观韵律的空间变化规律,规划形成 3 种战略点和四横四纵的景观结构体系。

关键词:景观规划模式;景观韵律学;景观度量学;城市景观规划

文章编号:1000-0933(2006)01-0221-10 **中图分类号:**Q149, TU981 **文献标识码:**A

Landscape planning model and primary studies on landscape rhythm

ZONG Yue-Guang, ZHEN Feng (The Department of Urban and Resources Sciences, Nanjing University 210093, China). *Acta Ecologica Sinica*, 2006, 26(1): 221 ~ 230.

Abstract: The studies of landscape rhythm are the frontiers of landscape ecological planning. The repetition of elements in the landscape creates a visual rhythm. The landscape's rhythm directs the observer from one or a set of landscape elements that can be repeated or arranged in a spatial order. The landscape elements usually refer to patch, corridor and matrix that together constitute the widely accepted "Patch-Corridor-Matrix model" which has widely used in landscape planning. However, new aspects such as landscape net and system are needed to effectively apply sustainable principles to planning and management. This paper proposes an improved landscape planning model, namely "Patch-Corridor-Net-Matrix-System model", and further investigates the hidden rules of landscape rhythm. In general, landscape rhythm includes shapes, structure, arrangements, composition, configuration, connection, radiation, graduation, cycles and more in various landscape elements with different spatial structures and processes. Therefore, landscape rhythm can be defined as a mosaic pattern in the study area in time as well as a kind of spatial distribution rules. Numerous quantitative metrics have emerged from landscape ecology that are useful for applying landscape rhythm concepts to sustainable landscape planning because landscape metrics describe the spatial structure of a landscape at a set point in time. They provide information about the contents of the mosaic or rhythm.

Landscape metrics can characterize landscape rhythm in a nested framework. Metrics can be categorized according to the features of landscape rhythm that they address. Patch area metrics measure the number and size of patches in the order of rhythm. Edge and shape metrics quantify the shape of rhythm and are often related to landscape elements. Landscape configuration is assessed through contagion rhythm and measurements related to nearest neighborhood, edge contrast, etc. These metrics are essential tools to address landscape rhythm patterns in a quantitative rigorous and robust manner. In this paper, it is recognized with a case study that four types of landscape rhythm are normally observed in the study area not only just patch shapes and sizes

基金项目:国家自然科学基金资助项目(40171029, 40471058);南京大学科研基金资助项目(029004103)

收稿日期:2004-06-17; **修订日期:**2004-12-24

作者简介:宗跃光(1952~),男,北京人,博士,教授,主要从事城市生态学、城市地理学、景观生态学及空间决策支持系统研究。

致谢:本研究得到葫芦岛市经济技术开发区管委会和辽宁省城乡建设规划设计院的大力支持,在此一并表示感谢

Foundation item: National Natural Science Foundation of China (No. 40171029 and No. 40471058) and Nanjing University Science Foundation (No. 029004103)

Received date: 2004-06-17; **Accepted date:** 2004-12-24

Biography: ZONG Yue-Guang, Ph.D., Professor, mainly engaged in urban ecology, urban geography, landscape ecology, and spatial decision support systems.

but also spatial arrangements of the patches and the corridors. Some strategic points, which are absolutely important for the landscape structure and the ecosystem safety, are need to be recognized according to landscape rhythm concept. At last, we suggest a strategic landscape planning with three kinds of strategic points within a 4×4 network structure in order to keep the spatial balance and the rhythm of the landscape ecosystem. We argue that proper and informed use of landscape rhythm and landscape metrics will contribute to advance landscape planning theory and practice towards the goal of sustainable urban and regional planning.

Key words: landscape planning model; landscape rhythm; landscape metrics; urban landscape planning.

美国景观生态学家 Forman 教授把“结构—功能—变化”定义为景观生态研究的 3 要素^[1,2], 因为景观空间结构会影响最基本的生态功能和过程, 同时景观规划和管理又会影响空间结构^[3], 所以“结构—功能—变化”也是城市和区域可持续发展规划的基础。城市规划离不开结构, 空间结构可以组合成不同的结构—功能区, 同时形成不同的空间发展过程。规划师的重要使命和艺术魅力, 就是在深刻理解结构与功能相互作用的动态过程基础上, 通过空间结构的规划, 实现城市基本功能要素可持续发展的协调发展。

为了使景观生态学与规划学更加紧密的结合, Forman 教授进一步研究景观格局的空间结构, 定义了 3 种景观结构要素: 斑块、廊道和基质, 即著名的“斑—廊—基模式(patch—corridor—matrix model)”^[4]。Leitao 等人认为斑—廊—基模式对城市与区域规划具有深远影响^[5], 特别是目前的大都市区可持续发展规划^[6~11]。俞孔坚等人认为“斑—廊—基模式”是景观生态学用来解释景观结构的基本模式, 普遍适用于各类景观。这一模式为比较和判别景观结构, 分析结构与功能的关系和改变景观提供了一种通俗、简明和可操作的语言。这种语言和景观与城乡规划师及决策者所运用的语言有共通之处, 因而能迅速在规划设计领域内获得共鸣^[12]。邬建国认为, “斑—廊—基模式”是景观生态学的重要理论基础之一, 为人们提供了一种描述生态系统的“空间语言”^[13]。

另一方面, 进一步分析“斑块—廊道—基质”模式可以发现, 该模式并没有完全概括城市规划中涉及的各种景观要素, 尽管斑块与廊道可以连接成网络, 但是网络与斑块和廊道是不完全相同的另一层次景观结构, 网络结构增加了城市系统的稳定性和复杂性, 所以 Forman 教授把景观网络列入另一景观层次^[1]。西方一些土地利用规划师注意到“斑—廊—基模式”在规划中的不完善, 采用生态网络的概念(ecological network concept)来补充这一模式^[14], 特别是发达国家广泛兴起的绿色廊道运动(greenways movement)(Fabos and Ahern, 1995)^[6]和 2000 年成立的欧洲生态网组织(The European Ecological Network, EECNET, NATURA 2000), 其宗旨就是保护景观网络的连通性^[15], 与此同时, 澳大利亚的学者也广泛采用景观规划的生态网络理论。除了景观网络以外, 城市景观规划还包括景观体, 景观体可以定义为景观要素的空间组合, 这种真实组合可以构成空间生态系统。因为城市景观至少是一个三维立体景观空间, 例如城市形态、城市建筑景观的空间配置、城市天际线韵律的掌握、城市生态系统的空间结构等等, 所以城市景观的研究不能离开城市景观体。根据这一特点, 本文提出, 城市景观规划体系应该从“斑—廊—基模式”扩展为“斑—廊—网—基—体模式”。其中斑块是城市景观结构的基本功能单元, 廊道是城市景观流交换的通道, 网络是斑块和廊道组成的更为复杂的功能结构体系, 城市基质是景观斑块、廊道和网络的生存基础, 景观体是上述景观要素叠加组合的三维景观空间系统。

1 “斑—廊—网—基—体模式”体现的景观韵律

实际上, “斑—廊—网—基—体模式”与城市规划中常常运用的“点—线—网—面—体模式”具有同一内涵。不同的是需要用生态学相互联系、相互作用的思想、动态的思想以及对立统一辩证的思想来认识它们之间的关系。图 1 对这一规划体系各结构要素之间的关系作一简单说明: (1) 图中的黑线表示从左到右“点—线—网—面—体”是一个连续的过程, 它们之间没有明确

Point 点	Line 线	Net 网	Surface 面	Body 体
斑块 Patch	廊道 Corridor	网络 Net	基质 Matrix	景观体 System

图 1 城市景观规划要素之间的关系

Fig. 1 The relationship of the elements in urban landscape planning

的界线;(2)点的聚集和排列可以构成线,点线的连接可以构成网,网的加密可以构成面,面的叠加可以构成体,因此点、线、网、面、体之间存在对立统一的转化规律;(3)黑线的上下分别表示传统城市规划的术语和城市景观生态规划使用的术语,它们在概念上是一致的和相通的。所不同的是景观生态规划引入了生态学的基本原理。

如果深入研究“斑—廊—网—基—体模式”,可以进一步揭示隐藏在这一模式内的景观韵律(landscape rhythm)。斑块空间格局的对称性、交错性,时间过程的周期性、节律性等等都代表一种韵律,斑块排列成廊道形成的是一种线性韵律,廊道组合成网与各种网孔结合起来形成方格、菱形、多边形、圆形等多种韵律。网的加密可以组成基,基质在层面上可以分为三大类:绿色的自然基、白色的人工基和灰色的自然人工混合基,各种基的组合本身就代表一种韵律。景观体的空间韵律包括景观体的高低大小组合、形态周期变化、天际线的波浪结构等等是历来诗人、画家精心描述的对象(图2)。本文尝试从一般规律上揭示景观韵律的基本特点和初步应用。

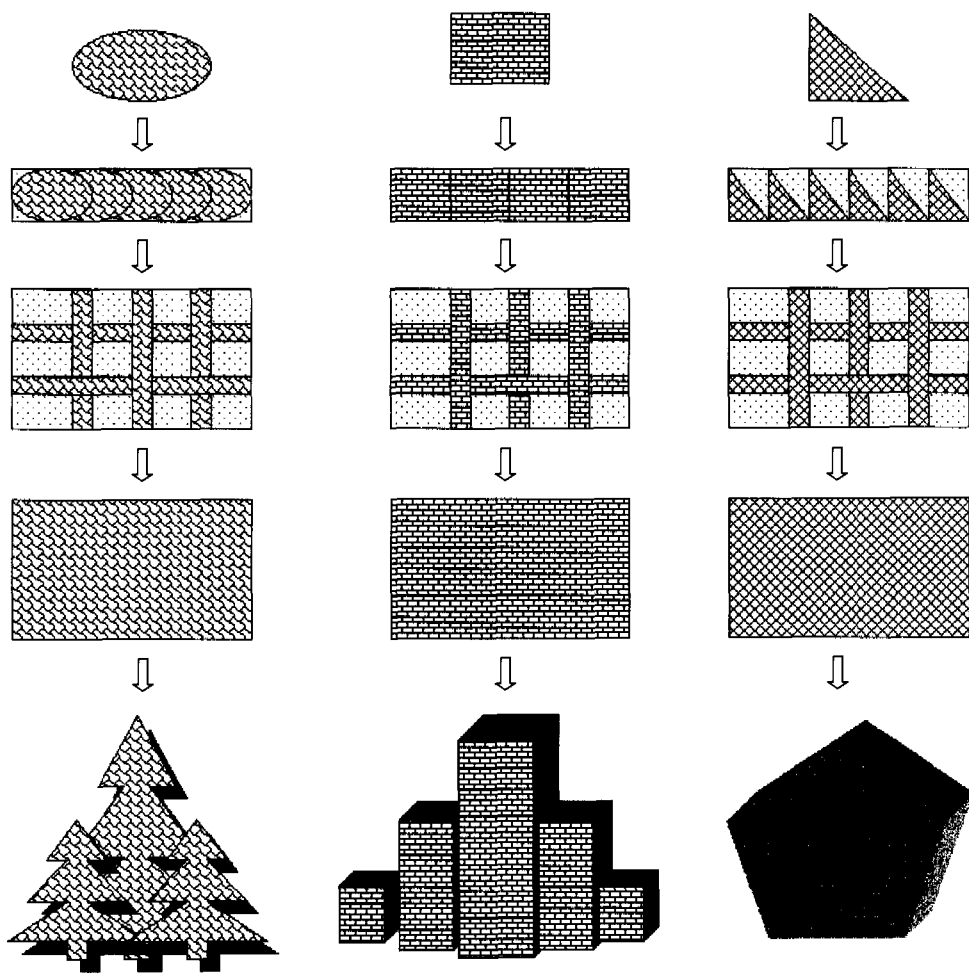


图2 “斑—廊—网—基—体模式”中景观韵律的转化

Fig.2 Landscape rhythm performed in the “patch-corridor-net-matrix-system model”

2 景观韵律的基本特征及其分类

McGarigal 等人认为,景观韵律表达的是规划区内景观要素的空间结构,可以用景观度量学(landscape metrics)的数学模型来描述^[2],Forman 则直接把景观韵律描述为斑块的空间几何镶嵌格局^[16]。此外,景观韵律是一种伴随时间而变化的动态过程,早在1989年Baker就通过变化速率来研究景观价值;Sklar等人曾经用空间动力学模型研究景观的时空变化尺度^[17]。所以,Leitao等人认为景观韵律学和景观度量学描述的是特定时间

段的景观空间镶嵌格局的信息^[5],包括各种景观要素的组成比例和类型,以及形状、大小、排序、等级、对称、交替、节律、梯度、周期等空间结构和空间过程,据此景观韵律可以定义为:一定区域内特定时段景观要素的镶嵌格局与空间配置规律。一定区域可以是规划区域或研究区域,特定时段限定了景观韵律的时间变化范围,景观要素包括斑、廊、网、基、体等要素,镶嵌格局则是景观空间结构的形成基础。显然,景观韵律学是研究景观空间结构的重要组成部分,景观度量学是其重要的定量分析手段。

Leitao 等人把景观度量分为 3 种基本类型:组分度量(composition metrics)、配置度量(configuration metric)以及连通度量(connectivity metrics)。组分度量包括斑块形状(patch shape)、大小(size)、均衡性(proportion)、丰度(richness)、平均性(evenness)、优势度(dominance)和多样性(diversity)等,例如某一景观要素面积的比例、等级、类型等等^[5,18];配置度量是景观韵律的空间外在表现特征及其景观格局,例如 Forman 等人曾经用周长比率研究景观要素的尺寸和形状比(ratio of perimeter),Keitt 等人根据渗透理论采用螺旋半径(radius of gyration)研究构形特征^[19]。此外配置度量还包括区位性、对称性、开放性、散布性、蔓延性以及边缘差异性等等,也有人提出分形(fractal dimension)也是一种配置韵律^[5]。连通度量是景观规划中的一个重要概念,生物多样性的保护以及人类社会的正常运转都离不开连通韵律^[10],在景观破碎化状态下,景观廊道的连通以及景观网络的形成对于生物种群的生存都是至关重要的。由于连通度量不仅体现在廊道上,而是一种将斑块和廊道组合在一起的景观网络韵律,因此 Forman 等人曾经根据图论的方法研究连通网络。Linehan 等人则在新英格兰中心的绿网规划中,运用图论评价景观生态网络韵律的连通度和协调性^[20]。Herzog 等人归纳总结前人的工作,认为通过 8~30 m 分辨率的遥感影像可以分析 13 种景观度量特征,其中景观要素的分类可以达 2~17 种土地利用类型,面积尺度从 3.2~9678 km²^[21]。Lauch 等人则认为,景观度量主要包括斑块数量、面积、边长、形状、多样性和配置等等^[22]。尽管目前国外的景观韵律学研究重点是斑块的数量分析特征,本文尝试把这一概念拓展为景观要素的综合特征,在总结前人研究工作的基础上,初步把景观韵律分为 10 种类型:

(1)形状韵律 形状韵律表现的是景观要素的形状变化规律(图 3),其中最明显的是边长的变化。从图中可以看到,斑块从三角形到圆经历了边数不断增加的过程。



图 3 形状韵律的部分特征

Fig.3 Some characters of shape rhythm

(2)结构韵律 结构韵律表现的是景观要素的结构变化规律(图 4),水系、山脉等自然景观具有自己独特的韵律,各类人工景观同样也表现出不同的韵律,例如自然水面的圆形韵律、农田的块状韵律、街区的格网状韵律等等。其中,网孔的大小和形状已经成为景观学家研究景观体系的重要内容之一。

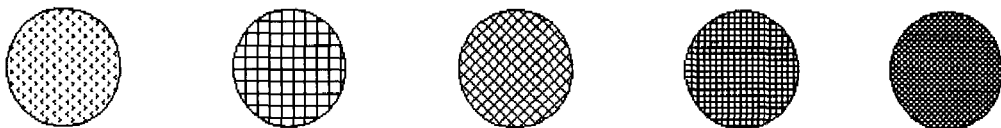


图 4 结构韵律的部分特征

Fig.4 Some characters of structural rhythm

(3)层次韵律 景观层次性是自然界最伟大的韵律之一(图 5),地球的岩石圈、水圈、生物圈和大气圈层结构本身就表现一种层次韵律。在生物圈中,植被的水平地带性和垂直地带性也是一种韵律,此外植物群落

中的层间分布等,其中生态系统金字塔表现的是十分之一能量转换规律作用下的典型层次韵律。在城市景观中,克里斯泰勒的中心地等级表现出城镇体系的层次韵律。此外,中心商务区的摩天大楼、立交桥的结构同样表达城市景观的某种空间层次韵律。

(4)组分韵律 组分韵律表达的是景观要素的空间组合,也可以称为景观镶嵌结构(图 6)。在自然生态系统中,最稳定的森林生态系统是由多样化的物种组成,在空间上构成独特的组分韵律。在城市生态系统中,伴随着城市的增大,组分趋向于多样化和复杂化,这是城市生态系统走向稳定的标志之一。多样性组分韵律可以用 Shannon 或 Simpson 多样性指数描述,例如 Crews-Meyer 运用斑块的组分度量研究泰国东南部地区农田和森林斑块的演替过程^[23]。

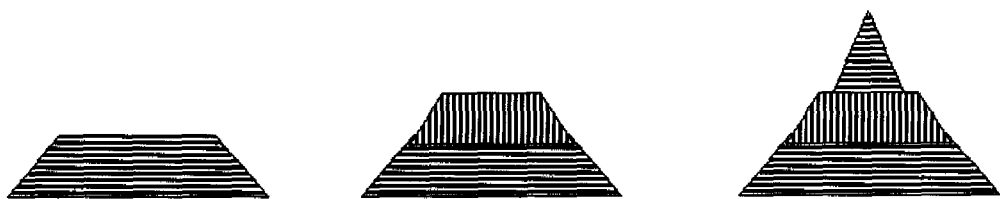


图 5 层次韵律的部分特征

Fig.5 Some characters of arrangement rhythm

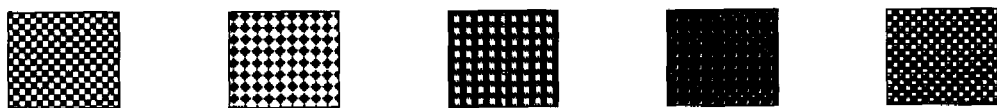


图 6 组分韵律的部分特征

Fig.6 Some characters of composition rhythm

(5)形态韵律 形态韵律表达的不是景观要素的空间形状,而是景观要素的空间表现形态(图 7),包括梯形、锯齿形、波浪形、脉冲形、人字型、弧形、U 形、花朵形、枝形、叶形等多种形态。例如建筑体的形态、水网和道路网的形态、城市形态等等。

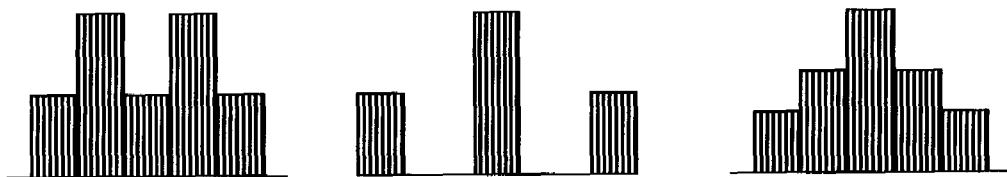


图 7 形态韵律的部分特征

Fig.7 Some characters of form rhythm

(6)配置韵律 配置韵律是由于景观要素的空间配置不同产生的各种韵律(图 8)。既有中心配置又有对称配置、辐射配置、点轴配置、网络配置以及远近高低配置、疏密配置等。在配置韵律的作用下,可以形成各种景观格局,Trani 等在总结前人工作的基础上,运用辨别分析和多项指数研究美国 Virginia 州的非森林化景观格局^[24]。

(7)连通韵律 连通韵律可以分为斑廊连通韵律、网络连通韵律等(图 9)。网络韵律可以进一步分为枝状网、环状网等,环状网可以进一步分为细胞网、环射网等等。由于网络结构对于自然生态系统和人类社会的各种生态流的传送都是至关重要的,因此道路网、水网、基础设施网、绿化网等等是景观规划的重要内容。

(8)辐射韵律 辐射韵律可以分为中心辐射、廊道辐射、对称辐射、网络辐射、面辐射和体辐射等多种形态

(图 10),表现出辐射源的空间影响强度、范围和梯度变化。景观上的植被交错带、城乡交错带、河流、道路影响带等都是辐射韵律的表现形态。Zhang 等人运用 GIS 研究上海大都市城市化过程中的空间梯度度量的韵律特征^[25]。

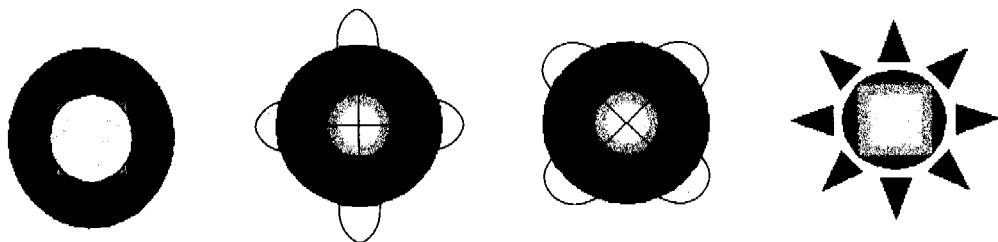


图 8 配置韵律的部分特征

Fig.8 Some characters of configuration rhythm

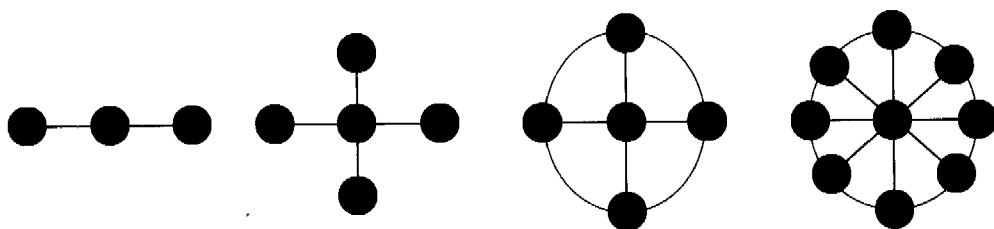


图 9 连通韵律的部分特征

Fig.9 Some characters of connectivity rhythm

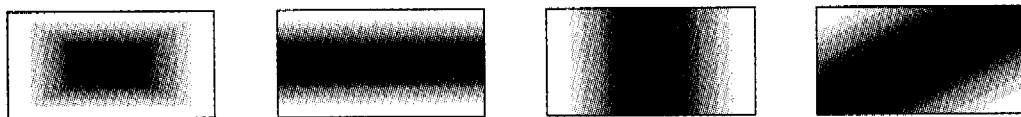


图 10 辐射韵律的部分特征

Fig.10 Some characters of radiate rhythm

(9)尺度韵律 景观尺度有大、中、小和超大型尺度之分(图 11),景观尺度一般是以人的视野和活动范围来划分的。同样一种景观要素在不同尺度下会表现出不同的景观形态与结构^[26]。

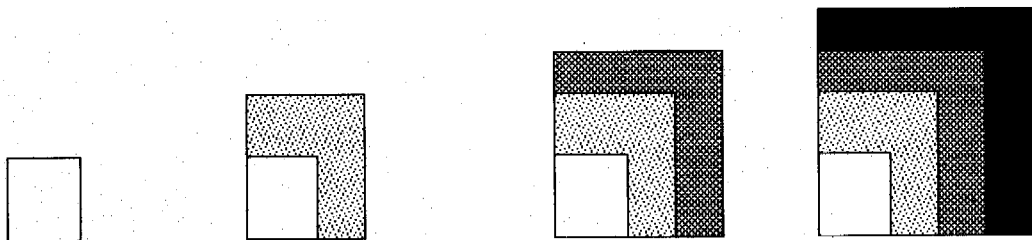


图 11 尺度韵律的部分特征

Fig.11 Some characters of scale rhythm

(10)时序韵律 时序韵律的变化是多种多样的,增长与消亡过程代表某种韵律(图 12),此外还有介于这两者之间的各种脉动过程。

3 景观配置韵律规划的案例分析

葫芦岛市,地处辽宁省西南部,东邻锦州,西接山海关,南临渤海辽东湾,与大连、营口、秦皇岛、青岛等市构成环渤海经济圈,地理位置特别重要,全市扼关内外咽喉,为东北地区的西大门,山海关外第一市,是连接华北与东北交通、经济、社会联系的必经之地(图 13)。本文的景观生态规划试图在全面分析景观配置韵律的基础上,对研究区的景观空间结构体系进行规划。

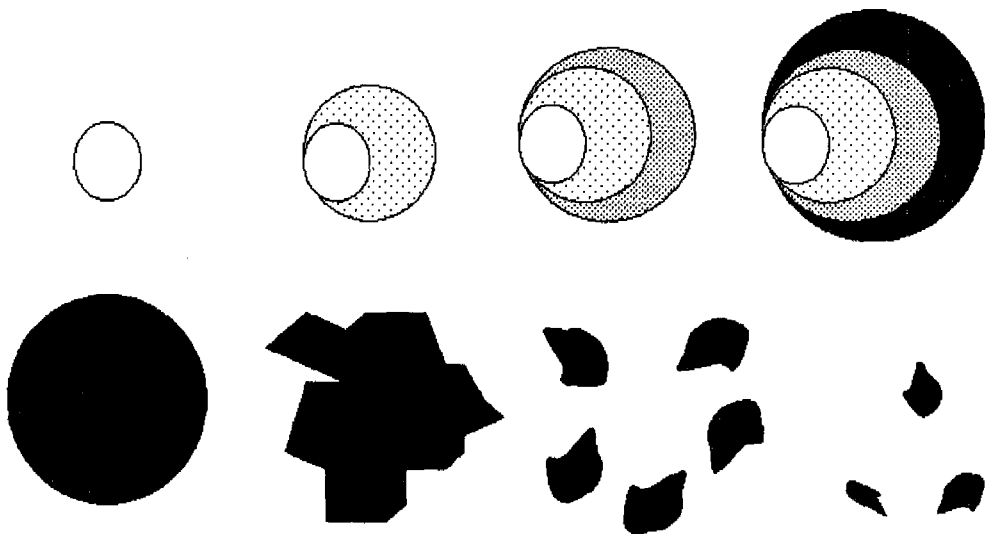


图 12 时序韵律的部分特征

Fig.12 Some characters of temporal rhythm

3.1 景观结构要素分析

本区城市景观结构由基质、斑块、廊道和网络共同构成的。基质环境是指城市景观中具有相对一致背景的景观结构基础,是各种景观单元赖以生存的基础和载体,主要包括地形、地质、土壤、水文、植被等,在景观上形成大面积的块状、条带状以及面状结构。本区的自然生态系统基质主要由滨海低山丘陵生态系统和海洋生态系统组成。自然生态系统原意指没有人为干扰破坏形成的纯自然生态体系,包括生物和当地气候、水文、地质、地貌、土壤等各种环境要素。由于本区长期受到人为因素的强烈干扰破坏,纯天然植被已经不复存在,形成经过人类保护和恢复的半自然生态系统,海洋生态系统以广阔的渤海湾为基质,形成山海复合生态系统。本区地处松岭山脉南翼和燕山山脉余脉地带,属于燕山低山丘陵伸向海洋的延伸区,海拔高度 100 m 以下,形成两山夹一湾的地貌韵律特点(图 14)。

本区景观斑块主要由城市斑块、农业斑块和自然斑块组成。城市斑块主要分布在本区南部,农业斑块主要分布在本区北部,自然斑块主要分布在葫芦岛庄旅游区、滨海区以及河流两侧。本区景观廊道主要由河流廊道、生物廊道、道路廊道和各种基础设施网络组成。河流廊道主要由五里河、连山河、周流河组成,五里河分布在本区南部,连山河分布在本区中部,周流河分布在本区北部;生物廊道分别沿着河流两侧、滨海地区以及交通道路沿线两侧以及高压走廊下面形成;道路廊道主要有龙程街、疏港路等;各种基础设施网络主要由高压走廊、输油管线、地下光缆等组成。景观生态网络是由各种景观功能单元和自然、经济、社会等各种关系网组合而成的空间网络体系。本区水网景观由渤海锦州湾水域与五里河、连山河、周流河水系共同组成。道路网景观由龙程街和疏港路交叉形成的主干线组成,其中龙程街是本区主要景观大道。植被网景观主要由海岸防护林、人工杨树林、河岸湿地植物以及各种次生灌木草本植物组成。

根据本区的景观结构特点,分为 3 个基本结构单元。南部是由半岛和五里河冲积扇组成的景观单元,中部是由葫芦岛庄半岛和连山河冲积扇组成的景观单元,北部主要由低山丘陵组成的景观单元。

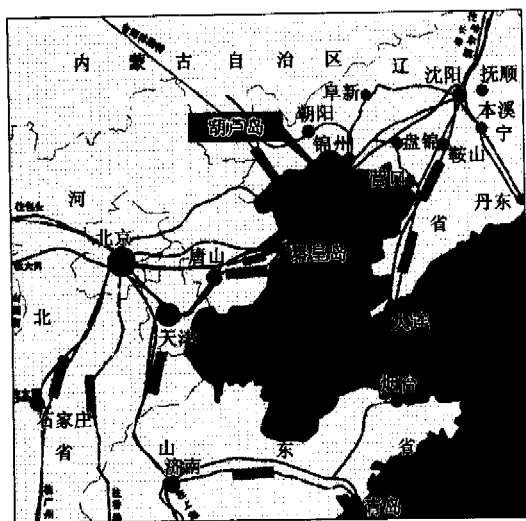


图 13 葫芦岛市位置图^①

Fig.13 The location of Huludao city



图 14 本区自然与人工过程表现出来的景观韵律特点^①

Fig.14 The characteristics of landscape rhythm with natural processes and artificial activities

3.2 景观结构韵律和景观战略点

本区及其周边环境中滨海地区表现出明显的山—湾—山—湾的地貌结构韵律,自滨海向内陆表现出基质—廊道—基质—廊道的带状人工结构韵律,同时围绕旧城中心形成工业—居住—工业—居住的环状人工建筑韵律,因此在本区的景观体系设计中要表现出这种韵律特征(图 15)。在这种景观韵律条件下,形成几个重要景观战略点。景观战略点对于局部景观格局具有重要战略意义的景观功能单元,俞孔坚认为景观战略点对控制水平生态过程有关键性的作用,并且给出 5 种景观战略点的空间位置:鞍部战略点,交汇处战略点,中央

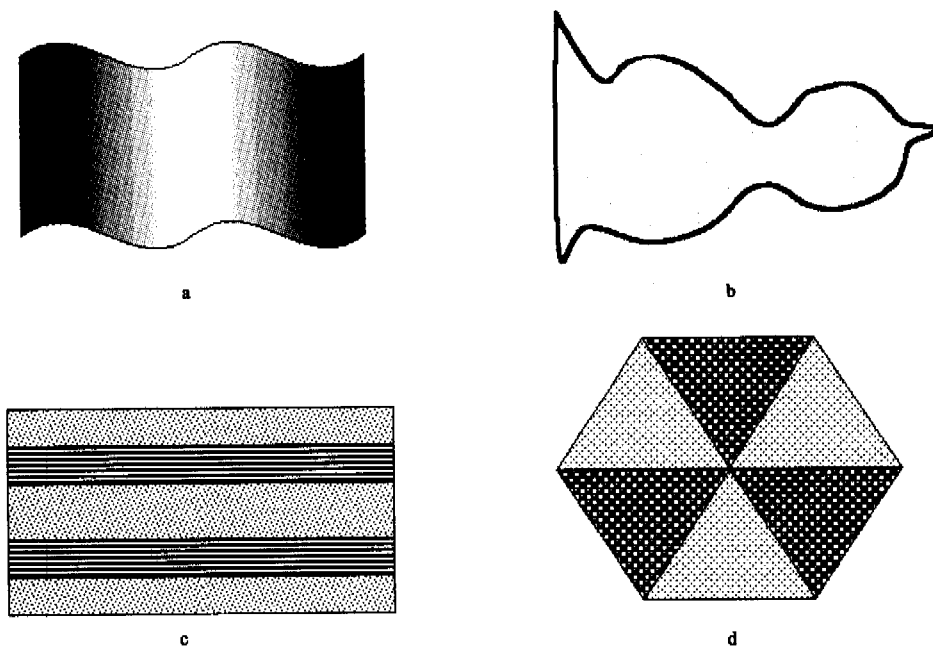


图 15 葫芦岛地区几种典型的景观韵律特征分析

Fig.15 The analysis of some typical landscape rhythm in the landscape of Huludao

^① 南京大学城市规划学院. 葫芦岛经济技术开发区规划

战略点,边缘战略点和角落战略点^[27,28]。作者在本案例研究中进一步推广这种观点,按照它们在景观过程中的功能分为生态环境景观战略点,商业景观战略点,工业景观战略点,污染治理战略点,农业景观战略点等等。根据本区的特点,主要确定3类战略点:笨笠头子旅游生态区战略点(图16A),主要功能担负连接滨海区以及张家沟方向的景观廊道;锌厂北污染治理战略点(图16B),主要功能担负治理五里河、连山河方向以及整个区域的水污染,远期可以增加固体废物治理功能;北部生态区连接战略点(图16C),主要肩负联系本区与锦州市生态保护区的连接功能。

3.3 景观韵律规划结构体系

本次规划根据景观生态韵律学原理和方法营造本区景观生态结构,构建景观生态结构的具体设想是:维护山海自然生态系统的基本生态服务功能,营建工业、农业、旅游业、居住区等城镇生态斑块建设区和营建生态敏感斑块保护区,保障四纵四横主要廊道和网络,控制、建设和改造重要的景观生态战略点,形成斑—廊—网—基—体“井田”型景观生态结构网络体系(图16)。

由于本区以工业为主,位于山海自然生态系统之间,为了减少对城市的干扰,采用封闭性的绿色景观结构。西北部以京哈铁路绿色走廊为边界,南部以五里河廊道为界限,东部以滨海植被带为边界,北部以行政区为边界,形成四横四纵的景观空间系统、三大景观结构单元、三大景观战略点和一条景观连接大道。四横由连山河、五里河、葫芦山庄—张家沟廊道和北部边界组成;四纵由滨海区依次为:滨海海防林景观廊道、龙程街景观大道、高速公路廊道以及北部丘陵廊道。景观廊道的重要作用在保证自然斑块的衔接和连续性,保障景观生态流的畅通,同时起到对污染企业的生态隔离作用。本区近邻老工业基地,生态环境十分脆弱。协调好经济效益与生态环境效益之间的关系,是实现本区可持续发展的中心环节。

4 结论与讨论

景观规划韵律学的研究是当今世界上景观生态规划的前沿研究领域,国内对此研究的文献还不多见。本文在总结景观规划的“斑—廊—基模式”的基础上,将这一模式推广到“斑—廊—网—基—体模式”,指出这一模式与我们城市规划中常常运用的“点—线—网—面—体模式”具有同一内涵,不同的是其内在的生态学原理和景观生态学含义。此外,可以进一步揭示隐藏在这一模式内的景观韵律。本文在具体案例研究的基础上,根据研究地区景观要素的空间配置特点、景观韵律的空间变化规律,规划形成四横四纵的景观空间系统,通过控制、建设和改造重要的景观生态战略点,形成斑—廊—网—基—体“井田”型景观生态结构网络体系。

应该指出,上述研究是初步的尝试在城市可持续发展规划中运用景观韵律学原理。其理论、方法与案例分析都有待在实践中进一步完善。需要研究的内容包括景观韵律学的基本原理和原则、景观韵律的基本特征、形成机制、动态演替以及与城市可持续发展规划的关系等等。另一方面,也可以看到,景观韵律学在揭示景观空间结构规律方面具有巨大潜力,特别在景观度量学的定量分析技术支持下,对于城市可持续发展规划理论框架研究和实践应用的补充和完善具有积极意义。

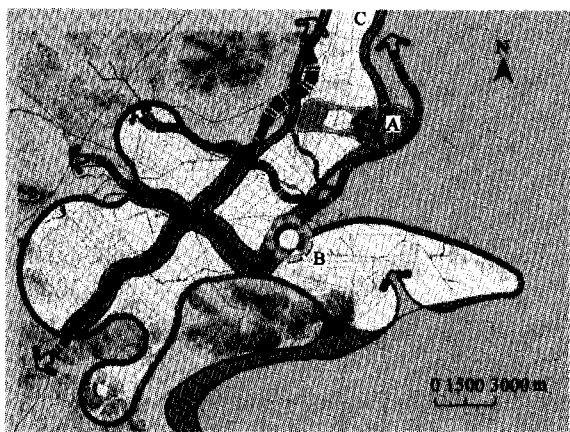


图16 本区四横四纵的斑—廊—网—基—体景观空间系统示意图^①

Fig.16 Sketch map of landscape spatial system with four horizontal and longitudinal networks based on Patch-Corridor-Net-Matrix-System model

A 笨笠头子旅游生态区战略点; B 锌厂北污染治理战略点; C 北部生态区战略点 A. Strategic point of ecological tour zoon Zhaolitouzi; B. Strategic point of contamination treatment at the North direction of Zinc Factory; C. Strategic point of north ecological zoon

①南京大学城市规划学院,葫芦岛经济技术开发区规划

References:

- [1] Forman R T T, Godron M. Landscape Ecology. New York: Wiley, 1986, 12 ~ 23.
- [2] McGarigal and Marks. Spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. Forest Science Department, Oregon State University, Corvallis. 1995. 23 ~ 55.
- [3] Turner M G. Ecological Impact Assessment. Blackwell Scientific Publication, Oxford, 1989. 38 ~ 42.
- [4] Forman R T T. Land mosaics: The ecology of landscapes and regions, 2nd Edition. Cambridge University Press, 1995. 31 ~ 87.
- [5] Leitao B A, Ahern J. Applying landscape ecological concepts and metrics in sustainable landscape planning. Landscape and Urban Planning, 2002, 59: 65 ~ 93.
- [6] Fabos J Gy and Ahern J Eds. Greenways: the beginning of international movement. Landscape and Urban Planning, 1995 (Special Edition), 33.
- [7] Schreiber K F, Ed. Connectivity in Landscape Ecology. In: Proceedings of the 2nd International Seminar of the International Association for Landscape Ecology. Munstersche Geographische Arbeiten, 1988. 29.
- [8] Noss R F. Landscape connectivity: different functions at different scales. In: Hudson, W. E. Ed. Landscapes Linkages and Biodiversity. Island Press, Washington, D. C., 1991, 21 ~ 30.
- [9] Schumaker N. Using landscape indices to predict habitat connectivity. Ecology, 1996, 77(4): 1210 ~ 1225.
- [10] Bennett A F. Linkages in the Landscape. The Role of Corridors and Connectivity in Wildlife Conservation. IUCN. Gland, Switzerland, 1998, 254.
- [11] Brooker L, Brooker M, Cale P. Animal dispersal in fragmented habitat: measuring habitat connectivity, corridor use and dispersal mortality. Conservation Ecology, 1999, 3 (1): 4.
- [12] Yu K J, Li D H. Landscape ecological model in Urban-Rural and Regional planning. Urban Planning Abroad, 1997, 3: 27 ~ 31.
- [13] Wu J G. Landscape Ecology-Concepts and Theories. Journal of Ecology, 2000, 19(1): 42 ~ 52.
- [14] van Liem H N. The role of land use planning in sustainable rural systems. Landscape and Urban Planning, 1998, 41: 83 ~ 91.
- [15] Bennet G, Ed. In: The European-North American Workshop EECNET and the Wildlands Project. Luso-American Foundation for Development and the Institute for European Environmental Policy, Lisbon, 1995. 28 ~ 59.
- [16] Forman R T T. Process, Roads, Suburbs, and Society. In: Klopatek, J., Gardner, R. Eds. Landscape Ecological Analysis: Issues and Applications. Springer, New York, 1999, 35 ~ 53.
- [17] Sklar F H, Constanza R. The development of dynamic spatial models for landscape ecology: a review and prognosis. In: Turner, M. G., Gardner, R. H. Eds. Quantitative Methods in Landscape Ecology: The Analysis and Interpretation of Landscape Heterogeneity. Springer, New York, 1991. 239 ~ 283.
- [18] Gustafson E J. Quantifying landscape spatial pattern: what is the state of the art. Ecosystems, 1998, 1: 143 ~ 156.
- [19] Keitt T H, Urban D L, Milne B T. Detecting critical scales in fragmented landscapes. Conserv. Ecol. [on line], 1997, 1(1): 4.
- [20] Linehan J R, Gross M, Finn J. Greenway planning: developing a landscape ecological network approach. Landscape and Urban Planning, 1995, 33: 179 ~ 193.
- [21] Herzog F, Lausch A, Müller E, Thulke H H, Steinhardt U, Lehmann S. Landscape metrics for the assessment of landscape destruction and rehabilitation. Environmental Management, 2001, 27(1): 91 ~ 107.
- [22] Lausch A, Herzog F. Applicability of landscape metrics for the monitoring of landscape change: issues of scale, resolution and interpretability. Ecological Indicators, 2002, 2: 3 ~ 15.
- [23] Crews-Meyer K A. Agricultural landscape change and stability in northeast Thailand: historical patch-level analysis. Agriculture Ecosystems and Environment, 2004, 101: 155 ~ 169.
- [24] Trani M K, Giles R H. An analysis of deforestation: Metrics used to describe pattern change. Forest Ecology and Management, 1999, 114: 459 ~ 470.
- [25] Zhang L Q, Wu J P, Zhen Y, Shu J. A GIS-based gradient analysis of urban landscape pattern of Shanghai metropolitan area, China. Landscape and Urban Planning, 2004, 69: 1 ~ 16.
- [26] Shen W J, Wu J G, Ren M, et al. Effects of changing spatial extent on landscape pattern analysis. Acta Ecologica Sinica, 2003, 23(11): 2219 ~ 2231.
- [27] Yu K J. Identifying approaches of landscape ecological points and surface models of theoretical geography. Acta Geographica Sinica, 1998, 53(2): 11 ~ 20.
- [28] Yu K J. Landscape security patterns of biological safety. Acta Ecologica Sinica, 1999, 19 (1): 8 ~ 15.

参考文献:

- [12] 俞孔坚, 李迪华. 城乡与区域规划的景观生态模式, 国外城市规划, 1997, 3: 27 ~ 31.
- [13] 邬建国. 景观生态学——概念与理论, 生态学杂志, 2000, 19(1): 42 ~ 52.
- [26] 申卫军, 邬建国, 任海, 林永标, 李明辉. 空间幅度变化对景观格局分析的影响. 生态学报, 2003, 23(11): 2219 ~ 2231.
- [27] 俞孔坚. 景观生态战略点识别方法与理论地理学的表面模型. 地理学报, 1998, 53 (2): 11 ~ 20.
- [28] 俞孔坚. 生物保护的景观安全格局. 生态学报, 1999, 19(1): 8 ~ 15.