地理学报 2002年第57卷第1期

景观连通性模型及其应用

作者: 岳天祥 等

景观连通性模型可区分为点连通性模型，线连通性模型，网连通性模型和斑块连通性模型。因为点连通性、线连通性和网连通性已有很长的研究历史，相应的连通性模型 (连通度) 已比较成熟， 所以本文的研究焦点是尚不成熟的斑块连通性模型。斑块连通性被定义为斑块中动物迁徙或植物传播运动的平均效率 (或最小化运动距离)。斑块连通性模型在黄河三角洲新生湿地的应用研究结果表明，斑块连通性与人类活动强度和景观多样性负相关。

景观连通性模型及其应用 岳天祥，叶庆华 (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：景观连通性模型可区分为点连通性模型，线连通性模型，网连通性模型和斑块连通性模型。因为点连通性、线连通性和网连通性已有很长的研究历史，相应的连通性模型 (连通度) 已比较成熟， 所以本文的研究焦点是尚不成熟的斑块连通性模型。斑块连通性被定义为斑块中动物迁徙或植物传播运动的平均效率 (或最小化运动距离)。斑块连通性模型在黄河三角洲新生湿地的应用研究结果表明，斑块连通性与人类活动强度和景观多样性负相关。关 键 词：斑块连通性; 数学模型; 人类活动; 景观多样性; 黄河三角洲中图分类号：P901 1 引言 1927年，图论研究中Menger定理的诞生，使连通性成为图论研究中一个最重要的方面[1]。自20世纪60年代初以来，连通性已作为一种数学工具被运用于许多研究领域，并解决了一系列有关问题[2-4]。20世纪80年代初，连通性术语首次被运用于景观生态学研究[5-7]。Haber及其研究所将连通性分析作为一个重要步骤纳入了他们土地规划的整体研究方法[8-13]。景观连通性 (landscape connectivity or connectivity in landscape) 的定义很多。例如，Merriam 将景观连通性定义为景观功能的一个参数，用于量度一个景观中种群与其它功能单元联系在一起的过程[14]。 Forman 和Godron 根据拓扑学中连通性的数学概念，将连通性定义为廊道在空间上连续性的量度[15]。Schreiber将景观连通性概括为生态系统中和生态系统之间关系的整体复杂性，它不仅包括群落中和生物之间的相互关系，而且包括生态系统生物和非生物单元之间物、能流及其相互关系网[16]。 Janssens 和Gulinck 将景观连通性定义为可接近性[17]。 Haber 将景观连通性定义为一个区域所有景观元空间关系的一种评价，它强调邻接性和相互依赖性[8]。Taylor 等将景观连通性定义为景观对斑块中运动的便利或阻碍程度[18]。 Forman 将连通性定义为廊道、网络或基质空间连续性的度量[19]。 With 等将景观连通性描述为栖息斑块间由于斑块的空间蔓延和生物体对景观结构的运动反应所产生的功能关系[20]。根据上述讨论，景观连通性模型可区分为线连通性、点连通性、网连通性和斑块连通性模型。点连通性[2-3, 21-31]、线连通性[32-34]和网连通性[2-4, 35-36]在数学和人文地理等领域已有很长的研究历史，相应的连通性模型已比较成熟。因此,斑块连通性是本文的研究焦点。斑块连通性可定义为斑块中动物迁徙或植物传播运动的平均效率。也就是说，如果动物迁徙或植物传播运动的距离固定，则所达到的斑块数越多，其斑块连通性越佳。 2 斑块连通性模型根据Haggett 和Chorley的观点[4]，始于一个竞赛中心的运动效率可由从这个中心到斑块边缘的距离来度量。对这个最小消耗 (或最短距离) 指数，Coxeter提出了3个几何学准则：(1) 规则多边形具有比非规则多边形更经济的形态；(2) 圆是规则多边形中最经济的形态；(3) 六边形是允许最大镶嵌的规则图形，从平均意义上讲，它与最小化运动 (或最短化距离) 是等价的。 例如，一个个体从面积为1 km2正方形的中心运动到最远点的距离 (最大半径距离) 是0.7071 km；如果这个个体从一个长是宽3倍的矩形 (面积仍为1 km2) 的中心运动到最远点，其距离则为1.291 km。对一个正k边形，如果为最大半径距离，则这个正k边形面积和周长可分别表达为 A = k · = · sin (2-1) Pr = 2 · k · r · sin = 2 · k · r · sin (2-2) A= A = π · r (2-3) Pr = Pr = 2 · ?仔 · r (2-4) 也就是说，圆是正多边形的数学极限。 当时，Ak = 1 时，r = · (2-5) Pr = 2 · sin · · (2-6) 最大半径距离和周长的数字表达和图形表达如图1和表1。显然，周长与最大半径距离成正比；周长和最大半径距离与正多边形的边数成反比。因为可以完全填充二维空间的正多边形只有3个，它们是正三边形，正四边形和正六边形，所以由表1和图1可知，在这3个正多边形中，六边形具有最小的移动路径和最经济的边界成本[37]。因此我们选择正六边形作为比较标准。也就是说，斑块连通性模型可表达为 C (t) = Pij (t) · Sij (t) (2-7) 式中: t为时间变量；Pij (t)为第i 种斑块类型中第j个斑块的面积在总面积中所占的比例；ni(t)为第i 类斑块的个数；m(t)为斑块类型数；S(t) = ，Aij(t)((((和(((((((Prij (t)分别为第i 种斑块类型中第j个斑块的面积和周长。当所有斑块全为正六边形时，C (t) = 1.0。如果在斑块中需要考虑运动的难易程度，只需引进一个参数即可。换句话说，只需将斑块连通性模型表达为， C(t) = df (t) · p (t) · S(t) (2-8) 式中: t为时间变量；dfij (t)为动物移动或植物

关键词： 斑块连通性；数学模型；人类活动；景观多样性；黄河三角洲