

地理信息系统用于自然保护区的设计

李文军 王子健 汤鸿霄

(中国科学院生态环境研究中心, 北京 100085)

摘要: 本文从实用的目的出发, 针对当前保护区的设计缺乏实际可操作性的不足, 提出一套运用地理信息系统(GIS)进行物种保护区功能区划分的方法。主要探讨了核心区及缓冲区的设计方法。核心区的设计分为4个步骤: 确定影响栖息地选择的因素, 并分别形成反映其空间属性的主题图; 将主题图层输入计算机; 用GIS进行空间数据分析, 并通过回归模型确定物种适宜的栖息地; 确定核心区的位置及面积。对于缓冲区的设计, 本文考虑了5个方面的因素: 物种对人为干扰的敏感性; 保护区周边的常住人口; 当地居民对保护区内资源的需求; 旅游者进入保护区的频率; 以及核心区周围的地形地貌。不同国家对自然保护区内功能区的定义不同, 本文的设计方法(尤其是缓冲区)是以IUCN对功能区的定义为依据提出的。

关键词: 自然保护区设计 栖息地选择 功能区划分 地理信息系统

1 前言

本世纪由于强烈的人为活动干扰, 物种的灭绝数量越来越大, 灭绝速度越来越快。为了保护生物多样性, 防止物种灭绝, 人类经常采取一些应急的特别保护措施, 但是最好的保护方法是把它们作为较大生态系统的一部分, 让它们在各自的范围内适应日益变化的环境。物种自然保护区正是为了适应这种需要, 为保护特殊物种的栖息地而建立的。

保护区通常包括核心区、缓冲带、和过渡区, 统称为功能区。不同的功能区有其不同的作用。

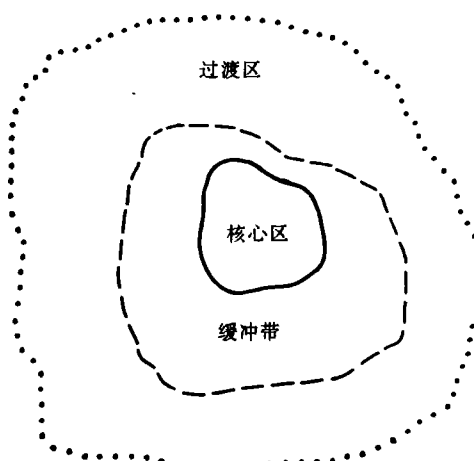


图1 功能区划分图

核心区是最重要的地段, 它具有完整的生态系统, 是受保护物种栖息地较集中的地方, 应有明确的边界。其主要功能是保护物种栖息地, 使之尽量不受人为的干扰。缓冲带位于核心区与实验区之间, 仅允许进行与保护区宗旨相符的活动, 可进行适当的旅游及科学实验研究, 也可在其中划出一些地段作为薪碳、采药的基地(IUCN, 1987)。建立缓冲带的目的在于进一步保护核心区不受人为冲击, 并对当地居民失去保护区内生物多样性资源作出补偿(McNeely and Miller, 1990), 缓冲带也应有明确的边界。过渡区(我国称为实验区)主要用作发展当地特有的生物资源, 也可根据实际需要经营部分短期能有收益的农林牧渔业生产(王献溥, 1989)。图1显示了通常情况下一个保护区的功能区划分情况。

自然保护区的面积应有多大才足以庇护受保护的物种? 岛屿生物学理论根据面积与物种数的关系 $S = CA^2$ (Preston, 1962), 提出了关于自然保护区的设计原则 (Diamond and May, 1981; Usher, 1986); Meta-种群理论对保护区应该建立一个大的生境还是建立几个相互联系的小生境提出了自己的看法 (Caswell and Cohen, 1991); 种群生存力分析理论给出了估计保护区所需面积大小的方法 (Soule and Simberloff, 1986)。但在设计保护区的具体实践中, 以上理论也只是指导而已, 并不能给出一个切合实际的设计方法。即使按照这些理论估计出保护区面积大小, 如何确定保护区内的各功能区面积及位置仍没得到解决。况且已有学者对这些理论作为设计保护区的依据的实用性提出质疑 (邬建国, 1989; Margules, Higgs and Rafe, 1982), 这些都是当前的保护生态学中所不能解决的难题。

本文以具体应用为目的, 运用 CIS 进行辅助设计, 按照先确定核心区, 继而缓冲带, 再确定过渡区的顺序, 最终确定保护区的大小及位置。在解决了保护区位置与大小的同时, 功能区的划分也得以实现。

2 地理信息系统的功能

地理信息系统 (GIS) 是一种计算机支持的系统, 是用于对空间数据进行采集、存储、检索、运算、显示和分析综合管理系统。对于保护区而言, 其信息多以空间数据形式体现, 如保护区地形地貌, 栖息地的分布, 保护区内不同地点的食物量, 等等。因此自本世纪 80 年代以来, GIS 已被广泛地运用在自然保护区, 尤其是栖息地评价的研究中 (Perira and Itami, 1991; Andrea and Loyd, 1993; Michael, Dale and Charles, 1987)。

地理信息系统的一个最重要的功能就是在作数据分析时能对多个数据层作叠加处理。不同的主题图 (数据层) 按需要叠加后产生一个能够综合反应所有信息的总图, 并可根据要求进行数据的取舍。这种功能在生态学研究中进行栖息地的评价是非常重要的。将每种影响物种生存的因素输入计算机中形式主题图, 然后进行叠加, 生成的图形含有较原来每幅图更多的信息, 可根据产生的图形判断某地对物种的生态适宜性 (Michael, Dale and Charles, 1987)。

用地理信息系统作出的评价结果能够以多种形式输出, 如统计表格或图形等。用图形输出研究结果是 GIS 最使人感兴趣, 也最令人激动的优势, 因为人类本身对图形的直观性有一种天然的偏好。

除此之外, GIS 还有许多其它的特点和功能, 使其能够对众多的空间数据进行综合性分析。

3 地理信息系统用于自然保护区的设计

3.1 核心区的设计

用 GIS 设计核心区分为 4 个步骤: 确定影响物种生存的因素, 并分别形成反映其空间属性的图层; 将这些图层输入计算机; 用 GIS 进行数据空间分析, 建立数学模型描述并预测栖息地; 确定核心区的位置及面积。下面将分别加以陈述。

3.1.1 确定影响物种生存的因素

对受保护的物种进行详细的行为生态学的研究, 获取影响其栖息地选择的各方面因素。例如, 食物因素, 物种总是出现在食物量丰盛的地方; 水源的影响, 通常物种生活的地方不能离水太远; 人为干扰因素, 物种总是远离人类活动频繁的地方, 象道路、村庄等。当然, 不同物种其行为生态也不同, 在确定其栖息地之前必需作详细的调查研究。最后用空间统计学的方法进行相关

因素的论证,以确定它们确实是影响物种分布的变量。

3.1.2 将主题图输入计算机

将每种影响因素以图形方式表示,在 GIS 中称之为主题图。将这些主题图输入计算机,将形成不同的数据层,同时建立起图形数据库,如反应食物最丰盛度及其分布的图、反应水系的图、道路交通图、植被图等。

3.1.3 运用 GIS 作空间数据分析

首先,以对物种的生态学研究为基础,对每个数据层作影响等级分析。例如,在植被数据层上,将最适合物种生存的植被地划为第一类;对物种较适合的划为第二类;不适合的为第三类。划分准则确定后,用 GIS 按适宜程度将图形进行分类。

对相关变量建立回归模,以物种在每一处出现的概率形式描述并预测栖息地的分布(李文军等,1997)。

3.1.4 分析适宜栖息地,确定核心区位置及面积

从模型结果中得到的最适宜栖息地是保护物种的敏感地域,应划为核心区;值得注意的是较适宜栖息地,将来随着环境的变迁,受保护物种量的增加,有可能演变成最适宜栖息地,故也应划入核心区。

由于模型得到的核心区极有可能不是连在一起的完整体,而是由几个相隔的斑块组成,这是实际存在的。人为因素是造成这种情况的很大原因,如道路、农田、村庄等都会造成栖息地的破碎(Mader, 1984)。然而隔离的核心区之间可通过生态廊道进行连接,其方法可借鉴多个小保护区间的生态廊道设计思想(Simberloff and Cox, 1987)。

3.2 缓冲带的设计

缓冲带是连接核心区与实验区的枢纽,它对外界作用于核心区的影响起到缓冲的作用。显然缓冲带对保护区能否达到其保护的目起关键的作用,但迄今为止还没有关于缓冲带的科学设计方法,在我国保护区中主要以行政区划为依据。缓冲带应多宽?有人认为缓冲带的宽度不应小于 500 米(马建章,1992),但这是一种很笼统很模糊的提法。因为不同的核心区受外界影响的程度不同,所以不可能有相同宽度;即使同一个核心区,由于周边不同地带受影响的程度不同,所以其宽度也应视周边区段的不同而变化。

设计缓冲带时,不同的保护区情况不同,应具体分析。有许多因素需要考虑,本文依照 IUCN 对缓冲带功能的定义,将以下 5 个方面作为设计因素:物种对人为干扰的敏感性;保护区周边的常住人口;当地居民对保护区内资源的需求;旅游者进入缓冲区的频率;以及核心区周围的地形地貌。

如图 2 所示,将核心区周围按所受影响程度不同分为若干段。 B_i 表示第 i 段的缓冲带宽,由于沿核心区周边所受外界影响程度不同, B_i 并不是个定值。例如,当只考虑人口因素时,如果村庄 2 的人口多于村庄 1 的

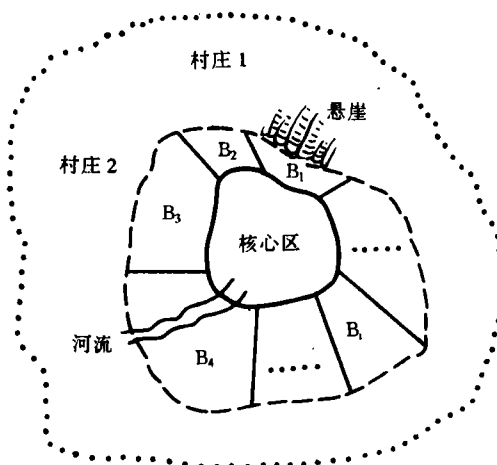


图 2 缓冲带分区设计示意图

人口,显然村庄2地段对核心区的冲击更大,故而 B_3 应大于 B_2 。

将 B_i 与各影响因素的关系用以下数学模型来表示:

$$B_i = D + K_i \times D \quad (1)$$

其中 B_i 是第 i 段的缓冲带宽。

D 是一个核心区的缓冲带最小宽度。它反应了物种对人为干扰的敏感程度, D 的值由野外对物种的行为生态考察而得,即人类能够接近而不干扰物种的最近距离,如丹顶鹤通常是800~1000米,而华南虎则可能更大些。

K_i 是反应其它4种因素的一个综合系数,用下式表示:

$$K_i = f(K_{ai}, K_{ti}, K_{pi}, K_{si}) \quad (2)$$

其中 K_{ai} 与核心区周围的地形地貌有关,它反映人类进入核心区有难易程度。例如,如果核心区外的某段是悬崖或深谷,则这种天然屏障很难使人类涉足核心区;反之,如果地形很平坦,则人类很容易进入核心区。可用坡度来反映 K_{ai} 的大小;

$$K_{ai} = 1/S_i \quad (3)$$

S_i 是坡度,即如果坡度角为 α ,则 $S_i = \tan \alpha$ 。

K_{ti} 与旅游者和科研人员进入保护区的频率有关,用下式计算:

$$K_{ti} = D_{ti}/365 \quad (4)$$

这里 D_{ti} 指一年中旅游者及科研人员进入保护区的天数。

K_{pi} 与核心区外当地居民人口数有关,人口越多,其生产生活产生的噪音、水体、土壤等污染也越大,对核心区的间接影响也越大。用下式估算:

$$K_{pi} = P_i/P_t \quad (5)$$

其中 P_i 是核心区外第 i 区段内常住人口数, P_t 是整个核心区外围的人口数。

K_{si} 是 i 区段内当地居民从保护区内获取的资源量,是对核心区直接产生影响的一个指示参数。这个参数很容易与 K_{pi} 相混淆,但它们所含意义绝对不同。 K_{si} 与当地居民的生产结构以及生活习惯有关,与人口量并没有绝对关系。例如,某核心区外虽然人口很多,但由于某些宗教信仰、生活习惯或有其它生活来源,并不依赖保护区内的资源为生;相反,核心区外人口数虽少,如当地资源是他们唯一赖以生存的来源,则对核心区造成的影响就不是仅靠人口可以衡量的。 K_{si} 用下式计算:

$$K_{si} = E_i/E_{it} \quad (6)$$

其中 E_i 是 i 区段内居民通过获取保护区内资源所得年平均收入, E_{it} 是其年均总收入。

因为 K_{ai} 、 K_{ti} 、 K_{pi} 及 K_{si} 对 K_i 的贡献不同,故将不同的权重值 W_k ($k=1,2,3,4$)分别赋之。不同保护区情况不同, W_k 值的确定应视具体情况而定。将 K_i 表示如下:

$$K_i = W_1 K_{ai} + W_2 K_{ti} + W_3 K_{pi} + W_4 K_{si} \quad (7)$$

K_i 确定后,用GIS依据式(1)定位并计算出每段的缓冲带宽,最后连结各段并作光滑处理,划出整个保护区的缓冲带边界。

3.3 过渡区的设计

过渡区通常没有明确的边界,划定保护区时应视当地的土地利用情况及地形地貌具体而定,设计时较灵活,更多考虑的是社会、经济及行政的因素。

过度区确定后,整个自然保护区的位置及面积也就确定。其位置是以核心区为中心进行定

位、外围是缓冲带、继而过渡区;其面积即为三者之和。

4 结论与讨论

本文对物种自然保护区的设计(包括面积及定位)提出了一套科学的方法。

核心区的设计是在确定物种适宜栖息地的式上进行的。用GIS确定最优栖息地的方法目前已比较成熟,国外文献也多有报道。其结果的可信度主要取决于对保护物种的行为生态的研究,即获取可信的物种生存的影响因素。

与核心区的确定相比,缓冲区的设计比较困难,除涉及到生态学外,更多的要考虑社会和经济的因素。本文针对缓冲带的设计提出了一个数学模型,主要考虑5方面的因素:物种对人为干扰的敏感性;保护区周边的常住人口;当地居民对保护区内资源的需求;旅游者进入缓冲区的频率;以及核心区周围的地形地貌。

自然保护区的设计是自然保护生物学在实际中的一个具体应用,至今仍有许多理论问题没有得到解决,如保护区是一个大的好,还是若干个小的好(Higgs, 1981; Higgs and Usher, 1980)?保护区的最佳形状(Blouin, 1985)?要维持物种的生存,保护区所需最小动态面积是多大(Pikett and Thompson, 1978)?等等。本文避开这些仍在争论的理论问题,从实际出发,在充分研究物种行为生态的基础上,考虑社会和经济的因素,提出了用GIS进行功能区划分的法法,相信会对当前的保护区设计和管理有一定的参考价值。

参考文献

- 1 马建章:1992,自然保护区学. 东北林业大学出版社, 106~107, (2)1~5)
- 2 王献溥:1989,自然保护区的理论与实践. 中国环境科学出版社, 28~431
- 3 李文军、王子健、马志军、汤鸿霄等:1997,盐城自然保护区丹顶鹤越冬栖息地的分布研究. 中国生物圈保护区, (2)1~5
- 4 鄢建国:1989,岛屿生物地理学理论、模型与应用, 生态学杂志, 8(6)34~39
- 5 Andrea M: H. and LLoyd P. Q.: 1993, Crane Habitat Evaluation Using GIS and Remote Sensing. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, 59(10)1531~1538
- 6 Blouin, M. S.: 1993, Is there a best shape for naturves? Biological Conservation, 32:277~288
- 7 Caswell, H. & Cohen, J. M.: 1991, Disturbance, interspecific interaction, and diversity in metapopulation, Biological Journal of the Linnean Society, 42:193~218
- 8 Diamond, J. M. and May, R. M.: 1981, Island Biogeography and the Design of Natural Reserves. In R. M. May(ed.). Theoretical Ecology: principles and applications, Oxford: blacwell Scientific Publications, 228~252
- 9 Higgs, A. J. and Usher, M. B.: 1980, Should nature reserves be large or small? Nature, 285(19)268~569
- 10 Higgs, A. J.: 1981, Island biogeography theory and nature reserve design. Journal of Biogeography, 8:117~124
- 11 IUCH:1987, Buffer zones; development that protects parks, IUCN Bulletin, 18(1~3)10~112
- 12 McNeely, J. A. and Miller, K. R.: 1990, Conserving the world's biological diversity, IUCN, WRI, CI, WWF-US, the World Bank
- 13 Mader, H. J.: 1984, Animal habitat isolation by roads and agricultural fields, Biological Conservation. 29:81~96
- 14 Margules, C., Higgs, A. J. and Rafe, R. W.: 1982, Mordern biogeographic theory: are there any lessons for nature reserve design? Biological Conservation, 24:115~128
- 15 Michael L. D., Dale L. R. and Charles E. O.: 1987, Use of geographical information system to develop habitat suitability models, Wildi. Soc Bull, 15:574~579
- 16 Pereira, M. C. and Itami, R. M.: 1991. GIS-based habitat modeling using logistic multiple regression; a study of the Mt. Graham red squirrel. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, 57(11)1475~1486
- 17 Pikett, S. T. A. and Thompson, J. N.: 1978, Patch dynamics and design of nature reserves. Biological Conservaton. 13:27~37

美国国家公园的创立标准

王早生 译 沈建国 校

(国家建议部城建司风景区处 国家建设部外事司 北京 100835)

1 国家公园的资格条件

在全美各地,人们努力工作以保护自然资源、保护历史遗产,并且为越来越多的人提供休闲娱乐的机会。许多社会团体还在寻求一种途径,既保护资源又努力吸引游人以促进地方经济的发展。国家公园管理局的职责是仔细筛选审查建立新公园的申请,以确保只有那些最为著名的资源才被列入国家公园系统。一个新的国家公园无论其经济及其他条件如何,必须满足“具有全国性意义”、“适宜性”和“可行性”的标准。对该公园实施何种管理方案也应加以评估。为便于提交申请,本文对国家公园管理局制订的有关新公园申请的评估标准、研究程序概要、确认和保护国家公园系统以外的重要资源的一些方法加以说明。

国家公园是如何创立的?具备什么样的资格才能使一个地区成为国家纪念地、历史遗址、娱乐区,或者国家公园系统的其它类型单位?全国各地的人们频频提出这样的问题。一些人认为自己社区的某部分风景区理所当然地应该是一个国家公园。另一些人则希望他们的著名的历史建筑物或者地质构造形态能够得到国家认可。这些地点也许理应受到保护,但我们是如何决定它们的保护级别,究竟应该是州级、地方级还是联邦政府级呢?

国家公园管理局业已制订的具有全国性意义、适宜性、可行性和管理体制的选择等一系列标准有助于回答这些问题。本文提供了国家公园管理局管理政策中制订的标准和研究工作程序。想要建立新公园的人们可以以这些标准作为一个尺度去衡量自己的申请是否有进一步研究考虑的价值。

国家公园系统各单位的管理授权与其它许可联邦、州和地方机构的授权不同。国家公园管理局的职责是以使资源“不受损害地供子孙后代享用”的方式管理这些地区并为公众提供娱乐。自从1972年建立国家公园系统以来,已有369个地区成为国家公园。然而,国家公园管理局管理的这些地区只是一个更广泛的重要地点保护系统的一小部分。列入国家公园系统只是多种选择的一种,国家公园管理局还通过实施一系列计划来帮助该系统以外的其它部门保护自然的、文

18 Preston, F. W.: 1962, The canonical distribution of commonness and rarity, *Ecology*, V43:185~215

19 Silvio T. O. and Edward H. B.: 1992, Geographical Information System(GIS) application in biological conservation. *Biology International* No25. July:1~16

20 Simberloff, D. and Cox, J.: 1987, Consequences and costs of conservation corridors. *Conservation Biology*, 1:63~67

21 Soule, M. E. and D. Simberloff. 1986, What do genetics and ecology tell us about the design of nature reserve? *Biological Conservation*, 35:19~40

22 Usher, M. B.: 1986, Species conservation evaluation attributes, criteria and values. In M. B. Usher(ed.). *Species Conservation Evaluation*. London: Chapman and hall, 3~44