

广东省省级以上森林生态系统自然保护区 空间分布格局研究

周 庆¹, 夏 杰¹, 廖广社², 陈北光¹

(1 华南农业大学 林学院, 广东 广州 510642; 2. 广东省自然保护区管理办公室, 广东 广州 510173)

[摘 要] 采用广东省土地利用规划图和各自然保护区总体规划资料,在 GIS 软件 ARCGIS8.0 和 MAPGIS 支持下提取广东省省级以上森林生态系统自然保护区的空间资料,对区域水平上广东省省级以上森林生态系统自然保护区空间分布格局进行了研究。结果表明,目前广东省已建立自然保护区在区域空间水平上表现为随机分布,但保护区间连接度较差;保护区之间的隔离程度表现出显著的差别,基本可以区分为 3 个类别,其中空间隔离最大的保护区有 9 个,占已建立保护区的 28%。因此,在广东省自然保护区建设过程中,应做好选点工作,增加自然保护区的空间连接度。

[关键词] 自然保护区;空间连接度;空间隔离;广东省

[中图分类号] P901

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2007)11-0101-05

Study on the spatial pattern of the national and provincial forest ecosystem reserve in Guangdong Province

ZHOU Qing¹, XIA Jie¹, LIAO Guang-she², CHEN Bei-guang¹

(1 College of Forestry, South China Agricultural University, Guangzhou, Guangdong 510642, China;

2 Nature Reserve Management Office of Guangdong Province, Guangzhou, Guangdong 510173, China)

Abstract : Based on GIS by utilizing soil utilization planning map and the planning map of each reserve , the spatial pattern of the national and provincial forest ecosystem reserve in Guangdong Province were analyzed in order to provide theoretical basis for making choice of site to establish natural reserve. Results showed that the spatial distribution of the established national and provincial forest ecosystem reserve was random under the regional scale ,whereas the spatial connectivity was low ;there were significant differences in the spatial isolation among reserves and based on spatial isolation the reserve could be categorized to three types in which there were 9 reserves with the greatest spatial isolation ,accounting for 28 percent of the total number of the established national and provincial forest ecosystem reserve. Based on the above result ,the work that makes choice of site to increase the spatial connectivity should be well done during establishing the natural reserves in Guangdong Province.

Key words : reserve ;spatial connectivity ;spatial isolation ;Guangdong Province

自然保护区的选设和布局,一直是自然保护区建设中研究者和相关政府部门关注的主要问题。濒危、受威胁物种的自然分布区域和存在完整自然生态系统的区域,一直是自然保护区选设的重要标

准^[1-3]。然而,随着自然保护区建设的迅猛发展,这些标准已不能满足当前自然保护区选设和布局的需要。一方面,随着人类影响区域和强度的逐渐增大,生物多样性面临的威胁越来越大。目前,不仅是珍

†收稿日期] 2006-04-30

[作者简介] 周 庆(1970 -),男,山西太原人,讲师,硕士,主要从事森林生态学和景观生态学研究。

稀濒危物种面临绝灭的危机,而且一些常见种也面临着变成珍稀濒危物种乃至绝灭的潜在危机。据报道,美国受威胁和濒危物种数已经从 1976 年的 174 种迅速增加到 2000 年的 1 244 种,在不到 20 年的时间里增加了 7 倍多^[4],这意味着已经有越来越多的常见物种转变为濒危物种。明智的对策显然不仅仅是对目前的濒危物种进行有效地保护,而且需要对现存物种进行更大范围的有效保护,这样才有可能避免陷入不断来临的生物多样性危机中^[4-7]。另一方面,这些标准基本上是从物种和生态系统两个角度出发的,因此据其设立的自然保护区在区域水平上发挥自然保护整体功能的有效性将存在问题^[8]。所以,目前越来越多的研究和实践开始在区域水平上,利用景观生态学原理对自然保护区进行合理规划(空间配置)^[8-12]。

森林生态系统自然保护区建设,是陆生珍稀濒危野生动植物物种保护和生物多样性保护的重要手段。截止 2005-06,广东省省级以上森林生态系统自然保护区已达 32 个,并且由于省政府财政和相关政策的支持,这些保护区已成为自然保护区建设的重点项目。随着《广东林业生态省建设规划》正式批准

实施,可以预见,广东省省级以上森林生态系统自然保护区数量还将持续增加。如何对有限的资金进行合理的空间配置,选择最具代表性的区域进行自然保护区建设,已经成为广东省自然保护区建设面临的重要问题^[13]。本研究对广东省目前省级以上森林生态系统自然保护区的空间分布格局进行了分析,并以保护区与相邻保护区距离为依据,对已建的保护区进行了分类评价,以期从景观尺度进行自然保护区的选设和布局提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 广东省自然保护区数据的收集与数字化处理

1.1.1 空间资料的获得 自然保护区的资料来源于广东省林业局自然保护区办公室,空间资料采用各自然保护区总体规划所附图件。数据收集截止日期为 2005-06。

1.1.2 数字化处理 利用 GIS 软件的 ARCGIS 8.0 和 MAPGIS,以广东省土地利用规划图为底图并进行数字化,然后将全省省级以上森林生态系统自然保护区的数字化图层分别叠加于数字化底图上,最后提取各自然保护区的空间信息,数字化结果见图 1。

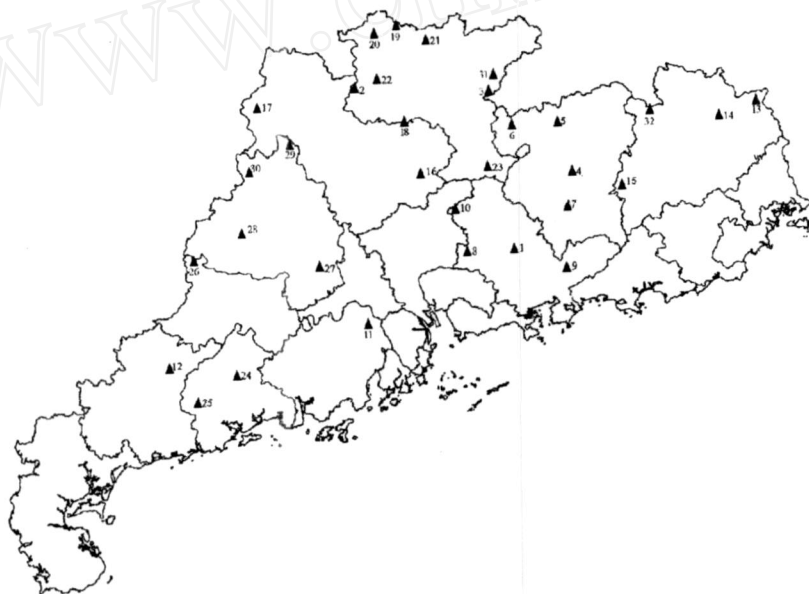


图 1 广东省省级以上自然保护区的空间分布

1. 象头山;2. 南岭;3. 车八岭;4. 康禾;5. 黄石坳;6. 黄牛石;7. 白溪;8. 罗浮山;9. 古田;10. 南昆山;11. 古兜山;12. 大雾岭;
13. 丰溪;14. 阴那山;15. 七目嶂;16. 观音山;17. 笔架山;18. 石门台;19. 大瑶山;20. 十二度水;21. 高坪;22. 大峡谷;23. 云髻山;
24. 百涌;25. 鹅凰嶂;26. 同乐;27. 烂柯山;28. 黑石顶;29. 大桐顶;30. 三岳;31. 南山;32. 渡田河

Fig. 1 Spatial distribution of the national and provincial terrestrial forest ecosystem reserve in Guangdong Province

1. Xiangtuo Mountain;2. Nanling;3. Chebaling;4. Kanghe;5. Huangshiao;6. Huangniushi;7. Baixi;8. Luofu Mountain;9. Gutian;
10. Nankun Mountain;11. Gudou Mountain;12. Dawuling;13. Fengxi;14. Yinna Mountain;15. Qimuzhang;16. Guanyin Mountain;
17. Bijia Mountain;18. Shimentai;19. Dayao Mountain;20. Shierdushui;21. Gaoping;22. Daxiagu;23. Yunji Mountain;24. Baichong;
25. Ehuangzhang;26. Tongle;27. Lanke Mountain;28. Heishiding;29. Dachouding;30. Sanyue;31. Nan Mountain;32. Dutianhe

1.2 数据分析

1.2.1 广东省省级以上自然保护区空间分布格局采用自然保护区的数量和密度(d ,单位国土面积自然保护区数量)、各自然保护区与相邻保护区的最小距离、最小距离指数(NNI)和连接度指数(PX)等指标,评价广东省已建省级以上森林生态系统自然保护区的空间隔离度^[14-15]。由于自然保护区区域的不规则性,自然保护区间的距离以各自然保护区重心间的距离表示。

NNI 的计算公式如下:

$$NNI = MNND / ENND. \quad (1)$$

式中: $MNND$ 为自然保护区与其最近相邻保护区间的平均最小距离; $ENND$ 为在假定随机分布前提下, $MNND$ 的期望值。 $MNND$ 和 $ENND$ 的计算公式如下:

$$MNND = \sum_{i=1}^N NND(i) / N; \quad (2)$$

$$ENND = 1 / (2 \times \sqrt{d}). \quad (3)$$

式中: $NND(i)$ 是斑块 i 与距其最近相邻斑块间的最小距离; N 为自然保护区的数目; d 为全省自然保护区的密度。若 NNI 为0,则格局完全团聚分布;若 NNI 为1.0,则格局随机分布;若 NNI 为最大值2.149,则格局完全规则分布^[14-15]。

连接度指数计算公式如下:

$$PX = \sum_{i=1}^N \left[\frac{A(i) / NND(i)}{\sum_{i=1}^N A(i) / NND(i)} \right]. \quad (4)$$

式中: PX 为连接度指数, $A(i)$ 为自然保护区 i 的面积。 PX 取值为0~1, PX 值越大,则表明景观里自然保护区的连接度越好^[14-15]。

1.2.2 基于距离的广东省省级以上自然保护区分类评价 自然保护区与周边保护区的距离是进行景观隔离度评价的重要指标。以各保护区与周边4个最近保护区的距离构建数据矩阵,利用PC-ORD软件包聚类分析模块对广东省省级自然保护区进行分类评价,距离阵采用Sorensen矩阵。然后在聚类分析结果的基础上,对各类别所包含的各保护区与周边4个最近的保护区的距离进行邓肯氏多重比较,判断导致不同类别的因素。邓肯氏多重比较在SPSS13.0软件包中进行。

2 结果与分析

2.1 广东省省级以上森林生态系统自然保护区的空间分布格局

截止2005-06,广东省共有省级以上森林生态系

统保护区(简称保护区)32个,保护区密度为 $1.8 \times 10^{-4} \text{ km}^{-2}$ 。全省保护区平均最小距离($MNND$)为39.7 km,给定保护区与最近保护区之间距离的数量分布表现为显著的正态分布(Kolmogorov-Smirnov检验, $P=0.208$);各最近的两个保护区之间的最小距离存在较大差异,其中广东省南山省级自然保护区与车八岭国家级自然保护区之间的最邻近距离最小,为11.9 km,烂柯山省级自然保护区与古兜山省级自然保护区之间的最邻近距离最大,为67.9 km。图2表明,最小距离在40~50 km的保护区数量最多,占保护区总量的43.8%。在全省区域水平上,广东省自然保护区的最小距离指数(NNI)为1.06,表明目前保护区的分布基本上是随机的;连接度指数(PX)为0.11,很低,说明在全省水平上保护区的空间隔离程度较大。

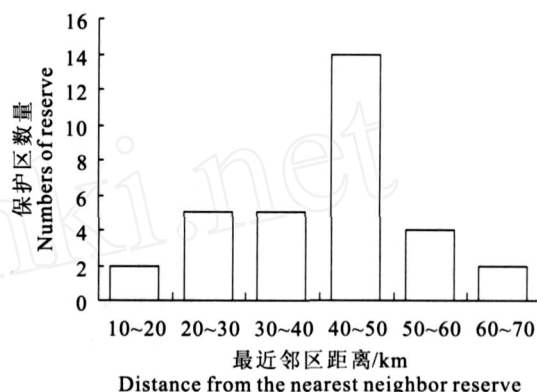


图2 广东省省级以上自然保护区不同最近邻区距离的保护区数量分布

Fig. 2 Distribution of the minimum distance between the given reserve and the nearest neighbor reserve of the national and provincial terrestrial forest ecosystem reserve in Guangdong Province

2.2 基于距离的广东省省级以上森林生态系统自然保护区分类

图3为基于各保护区与周边4个最近保护区的距离为数据矩阵的聚类分析结果。由图3可知,广东省省级以上森林生态系统自然保护区可分为3大类:第Ⅰ类包括象头山(XTM)、云髻山(YJM)、观音山(GYM)、高坪(GP)、黄石坳(HAS)、七目嶂(QMZ)、罗浮山(LFM)、石门台(SMT)、三岳(SY)、车八岭(CBL)、南山(NM)、古田(GT)、黑石顶(HSD)、大稠顶(DCD)和渡田河(DTH)等15个自然保护区;第Ⅱ类包括南岭(NL)、白溪(BX)、大瑶山(DYM)、康禾(KH)、南昆山(NKM)、黄牛石(HNS)、十二渡水(SDS)和大峡谷(DXG)等8个自

然保护区;第 Ⅰ类包括古兜山 (GDM)、笔架山 (BJM)、同乐 (TL)、烂柯山 (LKM)、大雾岭 (DWL)、阴那山 (YNM)、百涌 (BC)、鹅凰嶂 (EHZ) 和丰溪 (FX) 等 9 个自然保护区。

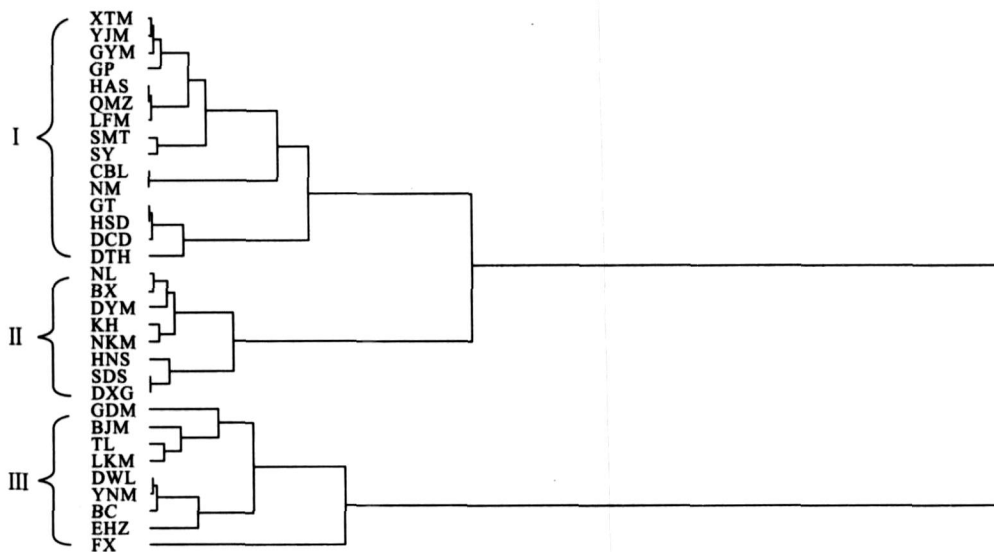


图 3 基于距离的广东省省级以上森林生态系统自然保护区的聚类结果

Fig.3 Cluster result of the national and provincial forest ecosystem reserve in Guangdong Province based on the distance among reserves

为了进一步揭示 3 类自然保护区空间隔离程度的差异,对 3 类保护区与周边 4 个最近保护区的距离分别进行了多重比较,结果见表 1。表 1 中第一距离代表特定保护区与周围最近保护区的距离,第二距离代表与周围次近保护区的距离,第三和第四距离依此类推。表 1 表明,第 Ⅰ类保护区与周边保

护区的空间隔离度最低,第 Ⅱ类保护区最高;第 Ⅲ类保护区与周边最近的 4 个保护区的距离均显著小于第 Ⅰ类保护区,且显著小于第 Ⅱ类保护区的第三和第四距离。第 Ⅱ类保护区空间隔离程度与第 Ⅲ类保护区的显著差异体现在第二、三、四距离上。

表 1 广东省不同类别保护区与周边保护区距离的邓肯氏多重比较结果

Table 1 Duncan multiple comparisons with distances from surrounding reserve among different types of reserve according to the result of cluster

保护区类别 Types of reserve	第一距离 Nearest distance	第二距离 Second nearest distance	第三距离 Third nearest distance	第四距离 Fourth nearest distance
	40.7 ±3.8 ab	51.8 ±1.7 a	69.1 ±2.7 b	80.1 ±2.3 b
	30.1 ±3.0 a	41.2 ±1.6 a	51.6 ±3.4 a	63.3 ±4.0 a
	51.9 ±3.4 b	77.9 ±7.5 b	120.5 ±9.3 c	137.9 ±8.4 c

注:同列中标不同小写字母表示差异显著 ($P < 0.05$)。

Note: Different small letters at same column indicate significant difference between the values ($P < 0.05$).

结合各类别保护区实际空间位置(图 1)进一步分析,结果表明:(1)第 Ⅰ类保护区中的南岭(NL)、大瑶山(DYM)、十二渡水(SDS)和大峡谷(DXG)等 4 个保护区相互之间空间位置十分接近,而这 4 个保护区周围的保护区大多属于第 Ⅱ类别,因此这 4 个保护区空间隔离度低的原因主要在于类别内部相互之间的空间连接程度好。(2)第 Ⅱ类保护区中的白溪(BX)、康禾(KH)、南昆山(NKM)和黄牛石(HNS)则并未表现出上述特征,这 4 个保护区基本上与同类别保护区距离较远,而与其他类别保护区

的距离较近。因此,这 4 个保护区对广东省保护区间的连接沟通作用最大。(3)第 Ⅲ类保护区基本上位于广东省已建立保护区范围的边缘地带,其特征是在局部可能存在与其距离较近的保护区,但总体上与其他保护区距离较远,如车八岭(CBL)、南山(NM)和象头山(XTM)等保护区。由于第 Ⅲ类保护区所处地理位置的特殊性,因此这一类保护区是将来广东省建设新保护区选点的重要参考坐标。(4)第 Ⅳ类保护区隔离程度高的原因主要与广东省的地理和经济条件有关,其中烂柯山(LKM)、大雾

岭(DWL)、百涌(BC)、鹅凰嶂(EHZ)和古兜山(GDM)主要位于广东省的西南部,经济和地理条件较为复杂,因此造成保护区间的隔离程度较高;而笔架山(BJM)、阴那山(YNM)、丰溪(FX)和同乐(TL)4个保护区隔离程度高的原因,主要是由于位于省界附近。

3 结论与建议

生境破碎化带来的直接后果是自然保护区已成为孤立的生境岛屿。对于孤立的生境岛屿,异质种群(Metapopulation)理论和岛屿生物地理学理论的研究结果表明,传统的以单个、孤立保护区为主的生物多样性保护模式并不能实现对生物多样性的有效保护^[1,16]。在广泛的时空尺度上保护生态过程和生物多样性各组成成分,建立一个整体的保护网络,已成为保护生物学家和生态学者的共识。本研究结果表明,目前广东省已建自然保护区在区域空间水平上表现为随机分布,但保护区间连接程度较差;在保护区水平上,保护区之间的隔离程度表现出较大的差别,以与周围最近4个保护区的距离为判定标准,可以将广东省省级以上森林生态系统自然保护区分为3大类,其中空间隔离度最大的保护区有9个,占已建立保护区的28%。综上可知,增加自然保护区的空间连接度,做好选点工作是广东省自然保护区建设过程中应重点考虑的问题;以第Ⅰ类保护区目前的空间位置为参考坐标,在空间隔离度最大的保护区(包括古兜山、笔架山、郁南同乐、烂柯山、大雾岭、梅县阴那山、阳春百涌、鹅凰嶂和大埔丰溪)周围选点,对于增加广东省自然保护区空间连接度具有重要意义。对于建立一个整体的保护网络而言,不同保护区间最小距离的生态学意义及更小尺度(地区性)的区域性差异分析,应是进一步研究的重点内容。

[参考文献]

[1] Primack R,季维智. 保护生物学基础[M]. 北京:中国林业出版

社,2000:47-197.

- [2] Olson D M, Dinerstein E. The Global 200: a representation approach to conserving the earth's distinctive ecoregions[J]. *Conservation Biology*, 1998, 12: 502-515.
- [3] Mittermeier R, Myers N, Thomsen J B. Biodiversity hotspots and major tropical wilderness areas: approaches to setting conservation priorities[J]. *Conservation Biology*, 1998, 12: 516-520.
- [4] Shaffer M L, Scott J M, Casey F. Noah's options: initial cost estimates of a national system of habitat conservation areas in the United States[J]. *Bioscience*, 2002, 52: 439-443.
- [5] Griffith B, Scott J M, Carpenter J W, et al. Translocation as a species conservation tool: status and strategy[J]. *Science*, 1989, 245: 447-480.
- [6] Noss R F. Assessing and monitoring forest biodiversity: A suggested framework and indicators[J]. *Forest Ecology and Management*, 1999, 115: 135-146.
- [7] Kleiman D, Reading G R P, Miller B J, et al. Improving evaluation of conservation programs[J]. *Conservation Biology*, 2000, 14: 356-365.
- [8] Margules C R, Pressey R L. Systematic conservation planning[J]. *Nature*, 2000, 405: 243-253.
- [9] Pressey R L, Hager T C, Ryan K M, et al. Using abiotic data for conservation assessments over extensive regions: quantitative methods applied across New South Wales, Australia[J]. *Biological Conservation*, 2000, 96: 55-82.
- [10] Duffy D C, Boggs K, Hagenstein R H, et al. Landscape assessment of the degree of protection of Alaska's terrestrial biodiversity[J]. *Conservation Biology*, 1999, 13: 1332-1343.
- [11] Lapin M, Barnes B V. Using the landscape ecosystem approach to assess species and ecosystem diversity[J]. *Conservation Biology*, 1995, 9: 1148-1158.
- [12] 徐海根, 包浩生. 自然保护区生态安全设计的方法研究[J]. *应用生态学报*, 2004, 15: 1266-1270.
- [13] 何克军, 李意德. 广东自然保护区现状及发展对策[J]. *广东林业科技*, 2005, 21: 69-72.
- [14] 李哈滨, 伍业刚. 景观生态学的数量研究方法[C]//刘建国. 当代生态学博论. 北京: 中国科学技术出版社, 1992: 209-234.
- [15] 邬建国. 景观生态学——格局、过程、尺度与等级[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000.
- [16] 张大勇, 雷光春, Hanski I. 集合种群动态: 理论与应用[J]. *生物多样性*, 1999, 7: 81-90.