

基于不同生物多样性支撑功能需求的森林廊道宽度*

康敏明

(上海复旦规划建筑设计研究院有限公司, 上海 200433)

摘要 生态廊道在生态规划中是重要设计要素, 其宽度设定的重要依据是其对生物多样性的支撑功能。研究从动物种群数量、群落组成和物种多样性角度, 将森林廊道动物多样性支撑功能划分为三个等级, 并通过整合分析以往研究成果, 分别针对鸟类、两栖类动物、爬行类动物、小型哺乳类动物和无脊椎动物五类动物类群, 确定实现相应等级所需的最小廊道宽度。分析结果表明: 当宽度超过 35 m 时, 森林廊道对小型哺乳动物以外的四类动物多样性的支撑功能可达到 III 类水平, 即物种数量不足完整森林的一半, 且多为林缘种、广布种或种群数量稀少; 当宽度超过 400 m 时, 森林廊道对五类动物类型的支撑功能均可达 I 类水平, 即种类丰富、涵盖了多数物种, 具有林内种或稀有种或种群数量充足、满足种群繁衍需要。

关键词 森林廊道; 生态设计; 生态恢复; 生物多样性

中图分类号: X171.4 文献标识码: A 文章编号: 2096-2053 (2018) 03-0042-05

The Adopt Width of Forest Corridor for Different Species Biodiversity Service

KANG Minming

(Shanghai Fudan Planning and Architecture Design Institution Co., Ltd., Shanghai 200433, China)

Abstract Ecological corridor is an important design component in ecological planning and its ecological service of biodiversity is crucial factor to determine the width of ecological corridor. In this study, the biodiversity service of forest corridor was divided into 3 class based on three dimensions including population size, community species component and species richness. By meta-analysis of published data, the width of forest corridor for each class was calculated for birds, amphibious, reptiles, small mammals and invertebrates respectively. The results showed the biodiversity service can be at class III except for small mammals when the forest corridor wider than 35 m, with species no more than 50% of that of intact forest richness and most species are forest-edge species/general species or small size population with few individuals for a specific species. While, the biodiversity service can be at class I for all the five animal groups when the forest corridor wider than 400 m, with most species of intact forest including rare species or large population with plentiful individuals for regeneration. Our research results can provide scientific basis and reference data for forest corridor design in China.

Key words forest corridor; ecological design; ecological restoration; biodiversity

生态廊道 (Ecological Corridor) 是在景观水平上一类呈线性、带状结构形态, 并以保护生物多样性为功能目标的空间要素^[1]。在人为活动强

烈区域, 它常被认为是具有生态功能的绿色景观空间类型, 对维持该区域生态系统的过程与功能十分重要^[2]。因而, 生态廊道在生态规划中是最

* 第一作者: 康敏明 (1982—), 工程师, 主要从事生态环境规划、规划环境影响评价, 生态修复, 环境综合整治等工作, E-mail: 34834999@qq.com。

为常见的设计要素^[2-3]，其中森林廊道作为生态廊道主体，通常由沿道路河流林带相互交织构成^[4]，并与绿色节点有机结合，形成生态网络系统^[5]。

宽度是森林廊道设计中需要考虑的重要问题之一^[6]。生物多样性的支撑功能是其重要的考量依据^[1,5-6]。森林廊道作为野生动物栖息的生境 (Habitat) 和通道 (Conduit)，其宽度的大小决定着其廊道功能的发挥。宽度过窄会引发边缘效应 (Edge effect)，对敏感物种产生不利影响，导致边缘种数量的增加和内部种数量的减少；也会限制廊道中动物的迁移，甚至使其成为某些捕食者的狩猎通道。但较宽的廊道设计一方面增加建设成本、使其在土地资源异常紧缺的区域难以实现；另一方面也易促使动物在两侧间的运动，从而延长动物的行走时间^[5,7]。此外，森林廊道宽度的设定需要考虑目标动物类群以及其在各生活史阶段对资源和环境的需求差异。

目前，国内森林廊道规划可供参考的宽度设计依据尚不多。朱强等^[1]和滕明君等^[6]归纳总结了不同学者提出的生物保护廊道的适宜宽度值，其中森林廊道主要涉及草本植物和鸟类等。达良俊等^[5,7]根据由井、Harrison 基于动物活动圈直径的计算公式，并结合 Marcelo 对动物体重的考虑，提出上海各重点野生保护兽类生态廊道的建议宽度。由于这些建议通常是基于特定类群动物进行定性分析得出的结果，无法提供可细化的、应对不同规划需求的宽度设计依据。因此，本研究从动物种群数量、群落组成和物种多样性 3 个角度，定性分析前人研究成果，划分森林廊道动物多样性支撑功能的等级，并确定其相应的最小廊道宽度，为我国森林廊道规划设计提供科学依据和数据参考。

1 研究方法

多数涉及生物多样性保护或恢复的生态规划，

关注的生物类群主要聚焦在鸟类、两栖类动物、爬行类动物、小型哺乳类动物和无脊椎动物^[1,6,8]。根据规划目标的差异，森林廊道宽度的设计依据总体上可以分为两大类：物种多样性维持和种群维持。前者多从物种丰富度和物种组成两个角度进行考量。因此，本研究针对这五类生物类群，收集有关森林规模与动物类群物种多样性高低及种群大小之间关联的文献资料，并制定森林动物多样性支撑功能的等级划分，进而分析相应等级所需的最小廊道宽度。

2 结果与分析

2.1 森林动物的多样性支撑功能等级划分

依据动物在森林中可能存在的活动行为和物种多样性特征，以完整未受损的森林为参照，将不同规模森林所起到的多样性支撑功能划分为 3 个等级 (表 1)。在生物多样性层面上，属于等级 III 的森林，其物种丰富度未达到 50%，且物种多为林缘种或广布种；属于等级 II 的森林，其物种丰富度超过 50%，且物种多为林缘种或广布种；属于等级 I 的森林，其种类丰富、涵盖了多数物种，具有林内种或稀有种。

在种群维持层面，属于等级 III 的森林，种群数量稀少，个体偶尔出现，观测率低；属于等级 II 的森林，常作为动物种群的活动通道或取食场所；属于等级 I 的森林，种群数量充足，满足种群繁衍需要。

2.2 不同动物类群对森林宽度的需求

通过查阅国内外相关研究文献，针对鸟类、两栖类动物、爬行类动物、小型哺乳类动物和无脊椎动物，收集了关于其生物多样性与森林宽度关系的相关报道近百条。其中关于鸟类的报告最多，占有所有报告的 58%，其次是小型哺乳类动物，占比 23%；无脊椎动物、两栖类和爬行类相对较少，占比分别为 9%、5%、5% (图 1)。

表 1 森林的动物多样性支撑功能等级划分及其标准

Tab 1. The classification criteria of forest biodiversity service for animals

等级 Level	生物多样性维持 Biodiversity maintenance		种群维持 Population maintenance
	物种丰富度 Richness	物种组成 Composition	
III	50% 以下	多为林缘种 / 广布种	个体偶尔出现，观测率低
II	50% 以上	多为林缘种 / 广布种	种群活动通道或取食场所
I	含多数物种	具有林内种 / 稀有种	满足种群繁衍需要

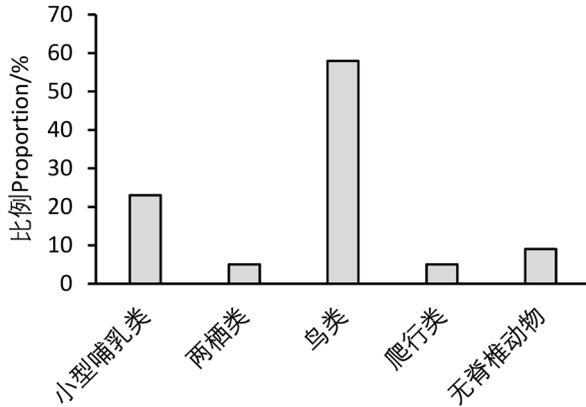


图1 各动物类群研究报道的比例

Fig. 1 Proportion of studies for different animals

各动物类群对森林宽度的需求存在一定差异,通常体型越大的动物类群其所需的森林宽度越大(图2)。在五类生物类群中,小型哺乳动物和鸟类的体型显著大于两栖、爬行类和无脊椎动物,具有较强的移动能力和较大的活动范围^[7],因而对林带宽度的需求也最大,通常在50 m以上;而后三类所需林带宽度就明显小很多,一般在60 m以下。此外,小型哺乳类和鸟类种类间的体型差异较大,因而其对森林宽度的需求变异系数大;小型哺乳类动物最大需求接近1 000 m、最小不超过20 m,鸟类最大需求接近500 m、最小仅20 m。

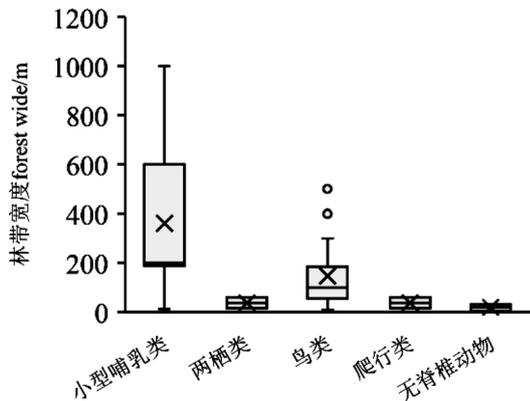


图2 不同动物类型对森林宽度需求的差异

Fig. 2. The difference of demand for forest wide between animals

2.3 满足不同等级多样性支撑功能的森林廊道宽度

针对上述五类动物类群,依据划定的动物多样性支撑功能等级标准,确定了实现每一等级功能所需的森林廊道最小宽度(表2)。其中鸟类和小型哺乳动物确定了所有3个等级的最小森林廊

道宽度,无脊椎动物、两栖类动物和爬行类动物确定了Ⅲ和Ⅰ类等级的森林廊道最小宽度。从对森林廊道宽度的需求来看,无脊椎动物的需求最小,小型哺乳动物最大,两栖类与爬行类相近。

表2 不同动物类型所需森林廊道最小宽度

Tab 2. The minimum forest corridor width for animals

动物类型 Animals	森林廊道最小宽度需求 Minimum forest corridor width/m		
	等级Ⅲ Level Ⅲ	等级Ⅱ Level Ⅱ	等级Ⅰ Level Ⅰ
	哺乳类 ^[1,5-7,9]	70	200
两栖类 ^[1,6]	20		120
鸟类 ^[10-27]	35	95	180
爬行类 ^[1,6]	25		125
无脊椎动物 ^[1,6,28]	6		30

当宽度超过35 m时,森林廊道对动物多样性(小型哺乳动物除外)的支撑功能,可达到Ⅲ类水平(图3);当宽度达到70 m时,森林廊道对上述五类动物的支撑功能均可达到Ⅲ类水平,同时对无脊椎动物的支撑功能可达到Ⅰ类水平;当宽度超过100 m时,森林廊道对鸟类的支撑功能可达到Ⅱ类水平;当宽度超过125 m时,森林廊道对两栖类动物和爬行类动物的支撑功能可达Ⅰ类水平;当宽度超过200 m时,森林廊道对鸟类的支撑功能可达Ⅰ类水平,同时对小型哺乳动物的支撑功能可达Ⅱ类水平;当宽度超过400 m时,森林廊道对五类动物类型的支撑功能均可达Ⅰ类水平(图3)。

3 讨论与结论

综上所述,不同动物类群对森林廊道宽度的需求存在较大的差异。因此,在设计森林廊道宽度时,需要依据设计规划区域及其周边的动物类群组成及廊道生物多样性支撑功能的定位,选择适合的宽度。通常而言,我国生态规划中涉及森林廊道设计的区域多为人类活动破坏较为强烈的区域,如公路隔离林、河道防护林及城市林带等,其周边的小型哺乳类动物通常种类少、不常见,廊道主要承担对鸟类、两爬类及昆虫等小动物的多样性支撑功能。因而,建议以达到鸟类支撑功能的第Ⅲ类水平所需最小宽度,即35 m,作为森林廊道动物多样性支撑功能发挥的基本红线;以达到鸟类支撑功能的第Ⅱ类水平所需最小宽度,

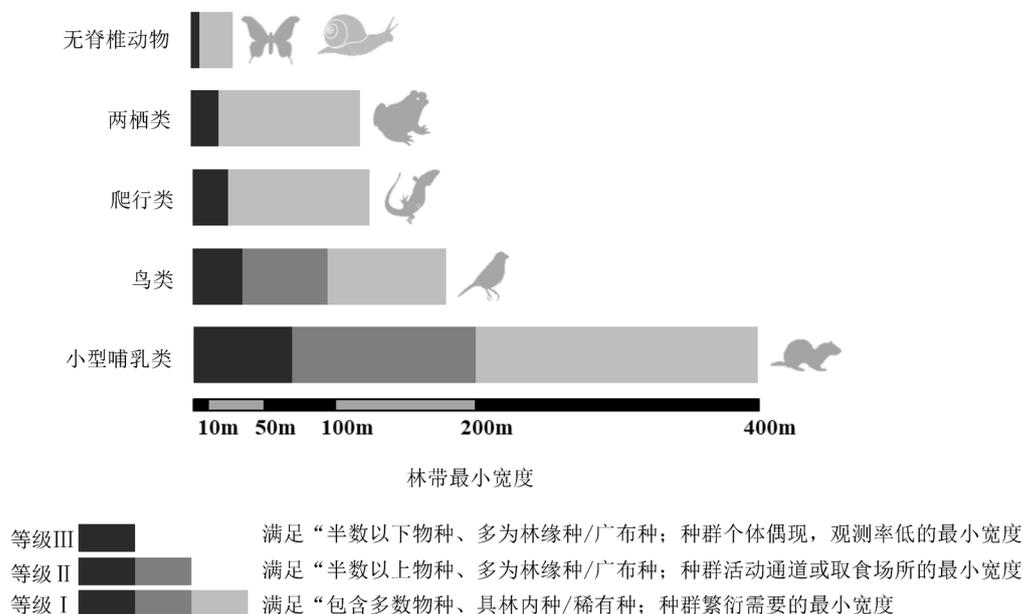


图 3 支撑动物多样性的森林廊道最小宽度

Fig. 3 The minimum width for fauna biodiversity maintenance in forest corridor

即 100 m，作为林带动物多样性支撑功能发挥的常规宽度，可以基本实现森林廊道的生态廊道作用，为多数动物提供移动和取食场所。

参考文献

- [1] 朱强, 俞孔坚, 李迪华. 景观规划中的生态廊道宽度[J]. 2005, 25(9): 2406-2412.
- [2] 彭少麟. 生态景观林带建设的主要生态学理论与应用[J]. 广东林业科技, 2012, 28(2): 82-87.
- [3] 薛春泉. 广东省生态景观林带建设技术探讨[J]. 广东林业科技, 2012, 28(1): 96-99.
- [4] 陈倩倩, 邓鉴锋, 陈传国, 等. 广东省高速公路、铁路生态景观林带营建模式[J]. 林业与环境科学, 2017, 33(6): 109-113.
- [5] 达良俊, 陈克霞, 辛雅芬. 上海城市森林生态廊道的规模[J]. 东北林业大学学报, 2004, 32(4): 16-18
- [6] 滕明君, 周志翔, 王鹏程, 等. 基于结构设计与管理绿色廊道功能类型及其规划设计重点[J]. 生态学报, 2010, 30(6): 1604-1614.
- [7] 达良俊, 余倩, 蔡北溟. 城市生态廊道构建理念及关键技术[J]. 中国城市林业, 2010, 8(3): 11-14
- [8] FISCHER R A, FISCHENICH J C. Design recommendations for riparian corridors and vegetated buffer strips[M]. EMRRP Technical Notes Collection, U.S. Army Engineer Research and Development Center, Vicksburg, MS.2000.
- [9] LEES A C, PERES C A. Conservation value of remnant riparian forest corridors of varying quality for amazonian birds and mammals[J]. Conservation Biology, 2008, 22: 439-449.
- [10] SHIRLEY S M, SMITH J N M. Bird community structure across riparian buffer strips of varying width in a coastal temperate forest[J]. Biological Conservation, 2005, 125: 475-489.
- [11] STAUFFER D F, BEST L B. Habitat selection by birds of riparian communities: evaluating effects of habitat alterations[J]. Journal of Wildlife Management, 1980, 44(1): 1-15.
- [12] TASSONE J. Utility of hardwood leaf strips for breeding birds in Virginia's central Piedmont[D]. M.S. thesis, Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg. 1981.
- [13] RANNEY J W, BRUNER M C, LEVENSON J B. The importance of edge in the structure and dynamics of forest islands[M]// burgess R L, Sharpe D M, eds. Forest island dynamics in man-dominated landscape. New York: Springer-Verlag, 1981: 67-95.
- [14] JOHNSON W N, BROWN P W. Avian use of a lakeshore buffer strip and an undisturbed lakeshore in Maine[J]. Northern Journal of Applied Forestry, 1990, 7: 114-117.
- [15] SIEVING K E, WILLSON M F, DE SANTO T L. Defining corridor functions for endemic birds in fragmented south-temperate rainforest[J]. Conservation Biology, 2000, 14: 1120-1132.
- [16] DARVEAU M, BEAUCHESNE P, BELANGER L, et al. Riparian forest strips as habitat for breeding birds in bo-

- real forest[J]. *Journal of Wildlife Management*, 1995, 56: 67-78.
- [17] HODGES M F, KREMENTZ D G. Neotropical migratory breeding bird communities in riparian forests of different widths along the Altamaha River, Georgia[J]. *Wilson Bulletin*, 1996, 108(3): 496-506.
- [18] MITCHELL F. Vegetated buffers for wetlands and surface waters: Guidance for New Hampshire municipalities[J]. *Wetlands Journal*, 1996, 8: 4-8.
- [19] TRIQUET A M, MCPEEK G A, MCCOMB W C. Song-bird diversity in clearcuts with and without a riparian buffer strip[J]. *Journal of Soil and Water Conservation*, 1990, 45: 500-503.
- [20] SPACKMAN S C, HUGHES J W. Assessment of minimum stream corridor width for biological conservation: species richness and distribution along mid-order streams in Vermont, USA[J]. *Biological Conservation*, 1995, 71: 325-33.
- [21] KILGO J C, SARGENT R A, CHAPMAN B R, et al. Effect of stand width and adjacent habitat on breeding bird communities in bottomland hardwoods[J]. *Journal of wildlife management*, 1998, 62: 72-83.
- [22] KELLER C M E, ROBBINS C S, HATFIELD J S. Avian communities in riparian forests of different widths in Maryland and Delaware[J]. *Wetlands*, 1993, 13: 137-144.
- [23] VANDER HAEGEN M W, DE GRAAF R M. Predation on artificial nests in forested riparian buffer strips[J]. *Journal of Wildlife Management*, 1996, 60: 542-550.
- [24] WHITAKER D M, MONTEVECHHI W A. Breeding bird assemblages in habiting riparian buffer strips in Newfoundland, Canada[J]. *Journal of Wildlife Management*, 1999, 63: 167-179.
- [25] HAGAR J C. Influence of riparian buffer width on bird assemblages in Western Oregon[J]. *Journal of Wildlife Management*, 1999, 63: 484-496.
- [26] PEARSON S F, MANUWAL D A. Breeding bird response to riparian buffer width in managed Pacific Northwest Douglas-fir forests[J]. *Ecological Applications*, 2001, 11: 840-853.
- [27] MASON J, MOORMAN C, HESS G, et al. Designing suburban greenways to provide habitat for forest-breeding birds[J]. *Landscape and Urban Planning*, 2007, 80: 153-164.
- [28] NEWBOLD J D, ERINAN D C, ROBY K B. Effects of logging on macroinvertebrates in streams with and without buffer strips[J]. *Canadian Journal of fisheries and Aquatic Science*, 1980, 37: 1076-1085.