

景观规划中的生态廊道宽度

朱 强, 俞孔坚, 李迪华

(北京大学景观设计学研究院, 北京 100871)

摘要:生态廊道具有保护生物多样性、过滤污染物、防止水土流失、防风固沙、调控洪水等多种功能。建立生态廊道是景观生态规划的重要方法,是解决当前人类剧烈活动造成的景观破碎化以及随之而来的众多环境问题的重要措施。按照生态廊道的主要结构与功能,可将其分为线状生态廊道、带状生态廊道和河流廊道 3 种类型。生态廊道设计包括的关键问题有廊道数目、本底、宽度、联接度、构成要素、关键点(区)等。由于生态廊道结构与功能的复杂性,使得廊道的宽度具有很大的不确定性。具体的讲,生态廊道的宽度由保护目标、植被情况、廊道功能、周围土地利用,廊道长度等多个因素决定。合适的廊道宽度应该根据对廊道主要生态过程的研究来确定。从景观的结构与功能分析出发,分别从生物保护廊道和河流廊道两方面对生态廊道的宽度及其影响因素进行分析,并对相关研究成果进行综述,总结得出两种类型生态廊道的适宜宽度值范围。最后提出确定宽度时应该注意的相关问题。

关键词:景观规划;景观生态;生态廊道;宽度;河流廊道

文章编号:1000-0933(2005)09-2406-07 **中图分类号:**Q149, TU984 **文献标识码:**A

The width of ecological corridor in landscape planning

ZHU Qiang, YU Kong-Jian, LI Di-Hua (The Graduate School of Landscape Architecture, Peking University, Beijing 100871, China). *Acta Ecologica Sinica*, 2005, 25(9): 2406~2412.

Abstract: Ecological corridors have many functions such as biodiversity conservation, contamination filtration, erosion prevention and flood control. As an important element in landscape planning and design, ecological corridors can be used to reduce the negative impact of landscape fragmentation. According to their different structures and functions, ecological corridors can be classified into linear, strip, and stream corridors. The planning and design of ecological corridors are mainly composed of several key elements including number, context, width, connectivity, component, key points and areas. The width of ecological corridors is usually an uncertain parameter depending on the complexity of the structures and functions of the ecological corridors themselves, and it is the function of a number of parameters such as target species, vegetation, functions of corridors, surrounding land uses and length of corridors. Scientific and appropriate width of ecological corridors should be determined based on the research of different ecological processes within the corridor. Starting from the analysis of the structure and function of landscape, this review analyzed the width of ecological corridors and its determinants from the perspective of biodiversity conservation; appropriate ranges of width were summarized from several case studies. Principles to define width were also proposed.

Key words: landscape planning; landscape ecology; ecological corridor; width; stream corridor

景观生态学中的廊道(corridor)是指不同于周围景观基质的线状或带状景观要素^[1],而生态廊道(ecological corridor)是指

基金项目:国家文物局京杭大运河遗产廊道研究资助项目(20030100);浙江省台州市生态基础设施暨开放空间系统研究资助项目(2004)

收稿日期:2005-03-16; **修订日期:**2005-07-04

作者简介:朱强(1978~),男,湖北人,博士生,主要从事景观规划与城市设计、景观生态学、GIS 应用研究. E-mail: qiangzhulaphd@sohu.com

致谢:张蕾、李海龙、李伟、刘柯、姬婷等参加资料收集和讨论工作,深表谢意

Foundation item: The research of the Grand Canal heritage corridor funded by National Bureau of Cultural Relics (No. 20030100); The research of ecological infrastructure and open space system, Taizhou, Zhejiang Province

Received date: 2005-03-16; **Accepted date:** 2005-07-04

Biography: ZHU Qiang, Ph. D. candidate, Research assistant, mainly engaged in landscape planning and urban design, landscape ecology, GIS application. E-mail: qiangzhulaphd@sohu.com

具有保护生物多样性、过滤污染物、防止水土流失、防风固沙、调控洪水等生态服务功能的廊道类型。生态廊道主要由植被、水体等生态性结构要素构成,它和“绿色廊道”(green corridor)表示的是同一个概念。美国保护管理协会(Conservation Management Institute, USA)从生物保护的角度出发,将生态廊道定义为“供野生动物使用的狭带状植被,通常能促进两地间生物因素的运动”。

人类活动造成的景观破碎化已成为众多环境问题的根源。通过建立生态廊道实现生物多样性保护、河流污染控制等多种生态功能,同时满足人类日益增长的亲近自然的需要,已成为现代景观及城市规划领域的共识^[2~5]。此外,绿色通道(greenway)、遗产廊道(heritage corridor)等概念的出现,更为生态廊道设计注入了新鲜的思想。生态廊道的设计包含诸多关键要素,在具体实践中,采用多宽的廊道通常是设计师面临的主要问题。由于生态廊道结构与功能的复杂性,通常使得廊道宽度具有很大的不确定性。本文拟在介绍生态廊道设计中涉及的关键性问题的基础上,就廊道宽度问题展开详细讨论。

1 生态廊道设计中的关键问题

生态廊道包括 3 种基本类型:线状生态廊道(linear corridor)、带状生态廊道(strip corridor)和河流廊道(stream corridor)^[1]。线状生态廊道是指全部由边缘种占优势的狭长条带;带状生态廊道是指有较丰富内部种的较宽条带;河流廊道是指河流两侧与环境基质相区别的带状植被,又称滨水植被带或缓冲带(buffer strip)。不同类型的生态廊道在设计中都会涉及到一些关键性问题,如数目、本底、宽度、连接度、构成、关键点(区)等。

(1)数目 生态廊道是从各种生态流及过程的考虑出发的,通常认为增加廊道数目可以减少生态流被截留和分割的概率^[6~8]。数目的多少没有明确规定,往往根据现有景观结构及规划的景观功能来确定。在满足基本功能要求的基础上,生态廊道的数目通常被认为越多越好。

(2)本底 生态廊道是与周围土地发生联系的,因此考虑景观中生态廊道所处的本底(context)也极其重要^[9,10]。对本底的研究应从 3 个方面入手:第一,弄清动物利用廊道的方式;第二,调查周围的土地利用方式,或是判断出从相邻地区流向生态廊道的污染物的类型与强度;第三,判别由生态廊道联接的大型生态斑块,这些斑块的位置将会影响到生态廊道的位置、内部特征及长度,进而影响到迁移物种的类型。

(3)宽度 宽度对廊道生态功能的发挥有着重要的影响。太窄的廊道会对敏感物种不利,同时降低廊道过滤污染物等功能。此外,廊道宽度还会在很大程度上影响产生边缘效应(edge effect)的地区,进而影响廊道中物种的分布和迁移。边缘针对于不同的生态过程有不同的响应宽度,从数十米到数百米不等。边缘效应虽然不能被消除,但是却可以通过增加廊道的宽度来减小。

(4)连接度 连接度(connectivity)是指生态廊道上各点的联接程度,它对于物种迁移及河流保护都十分重要。对于野生动物来说,功能连接度(functional connectivity)会根据不同物种的需要发生变化。道路通常是影响生态廊道连接度的重要因素,同时,廊道上退化或受到破坏的片段也是降低连接度的因素。规划与设计中的一项重要工作就是通过各种手段增加连接度。

(5)构成 构成是指生态廊道的各组成要素及其配置。廊道的功能的发挥与其构成要素有着重要关系。构成可以分为物种、生境两个层次。生态廊道不仅应该由乡土物种组成,而且通常应该具有层次丰富的群落结构。除此之外,廊道边界范围内应该包括尽可能多的环境梯度类型,并与其相邻的生物栖息相连。

(6)关键点(区) 关键点(key point)包括廊道中过去受到人类干扰以及将来的人类活动可能会对自然系统产生重大破坏的地点。当点的面积在所研究尺度上变得足够大时,就成了关键区(key area)。从某种意义上讲,关键点(区)也是生态廊道构成的一部分,只不过这些点(区)在廊道中占有更加重要的地位。

此外,生态廊道设计中还涉及其他一些结构特征问题,如尺度、环境梯度、干扰线路、曲度、长度等,在此不作进一步讨论。

2 生态廊道的宽度研究

生态廊道宽度的确定应该从对其功能的研究入手,即遵循景观结构与功能原理。Forman 总结了廊道的五大功能:栖息地(habitat)、通道(conduit)、过滤(filter)、源(source)、汇(sink)^[1]。生态廊道的功能研究应该从上述 5 方面着手,分析主要的生态过程,在此基础上确定实现上述功能的所需的廊道宽度与结构。下文将从生物保护廊道(简称生物廊道)和河流廊道两方面对生态廊道的宽度进行探讨。

2.1 生物廊道

生态廊道主要有生物栖息地、生物迁移通道、防风固沙、隔离(如控制城市扩张的绿带)等功能。不同的功能对应的廊道宽度不同,例如,防风林的宽度通常为几米到几十米不等,而绿带(green belt)性质的生态廊道却可达数百米甚至几十公里^[11]。在生态廊道的诸多功能中,生物多样性保护通常是首要考虑的功能。因此,本部分重点从生物多样性保护功能出发,对生态廊道的宽度进行探讨。

2.1.1 生物廊道宽度的影响因素 当设计师问到多宽的廊道对于保护生物多样性合适时,保护生物学家的回答往往是越宽越好^[12,13]。然而,也有学者反对这一说法^[5]。他们认为,过宽的廊道会不可避免的促使生物在两侧间的运动,从而减慢了生物到达

目的地的运动速度。但一般来讲,廊道越宽越好。随着宽度的增加,环境的异质性增加,进而造成物种多样性的增加。

具体的讲,廊道很窄时,边缘种和内部种都很少。随着宽度的增加,边缘种和内部种均增加,其中边缘种是在宽度略增加时即迅速增加,而内部种则当宽度增加到相当宽度时才会迅速增加。此外,边缘种在增加到一定数量后会逐渐趋于稳定,而内部种会随着廊道宽度的增加一直增加。宽度对物种数量的影响效应是不一致的。当宽度较小时,廊道宽度对物种数量影响较小,甚至可以说没有影响。达到一定宽度阈值后,宽度效应才会明显的表现出来。相关研究表明这个阈值为 7~12m^[1]。

对许多物种来说,边缘效应是影响廊道质量和宽度最主要的因素。然而,随着植被类型和目标物种的改变,边缘效应的影响范围变化很大,从几米到几百米不等,这就为确定廊道的宽度带来了困难。狭窄的廊道如篱笆可能完全被边缘生境(edge habitat)占据,因此对敏感物种来说将会有更高的死亡率^[13]。然而,Robbins 和 Ambuel^[14,15]等人指出,狭窄的廊道可能会过滤掉进入森林的机会边缘物种(opportunistic edge species),从而保护内部物种。这些问题至今仍未得到科学研究的证明,在具体的规划中,应根据实际情况加以考虑。

边缘效应主要通过小气候效应(如边缘光照、风、干燥等因素)的变化引起边缘植被组成和机会边缘种进入生境深度的变化。表 1 中的一些研究结果表明,不同的边缘效应对应着不同的廊道宽度,但总的来看,廊道还是越宽越好。

生物廊道中植被的结构(垂直结构、水平结构与年龄结构)对廊道中物种数量也有较大的影响,例如乔、灌、草复合结构的廊道比仅由乔木构成的廊道含有更多的鸟类物种。此外,阔叶树廊道中鸟的种类一般比针叶树廊道的多。在某些情况下,沿着廊道种植一条紧密的缓冲带(比如针叶树)可能会改善小气候效应,同时也可以减少机会边缘种的定居。

2.1.2 生物廊道的建议宽度 生物迁移廊道的宽度随着物种、廊道结构、连接度、廊道所处基质的不同而不同。对于鸟类而言,十米或数十米的宽度即可满足迁徙要求。对于较大型的哺乳动物而言,其正常迁徙所需要的廊道宽度则需要几公里甚至是几十公里。根据 Meffe 等^[16]对北美地区的矮蠓、白尾鹿、短尾猫、美洲狮、黑熊和狼的行为研究表明,它们所需要的迁徙廊道宽度从 0.6km 到 22km 不等。有时即使对于同一物种,由于季节和环境的不同,所需要的廊道宽度也有较大的差别。Harris 和 Scheck^[4]建议,当考虑所有物种的运动时,或者当对于目标物种的生物学属性知之甚少时,又或者希望供动物迁移的廊道运行数十年之久时,那么合适的廊道宽度应该用公里来衡量。

对于生物保护而言,一个确定廊道宽度的途径就是从河流系统中心线向河岸一侧或两侧延伸,使得整个地形梯度(对应着相应的环境梯度)和相应的植被都能够包括在内,这样的—个范围即为廊道的宽度。Forman 建议:河流廊道应该包括河漫滩、两边的堤岸和至少一边一定面积的高地,而且这部分高地应该比边缘效应所影响的宽度要宽^[7]。当由于开发等原因不能建立足够宽或者具有足够内部多样性的廊道时,也可以建立一个由多个较窄的廊道组成的网络系统。这个网络能提供多条迁移路径,从而减少突发性事件对单一廊道的破坏。

表 1 是不同学者对生物保护廊道宽度值的研究,其中每个结果都是针对不同的保护前提和研究目标得出的,反映的都是相应条件下的宽度值。因此,要给出一个精确而又合乎所有条件的值是不可能的。在缺乏对场地进行详细研究的情况下,只能结合场地实际情况并根据相似案例确定较适宜的宽度值。

表 1 各个宽度结果值虽然变化很大,但仍然具有一定的规律性,总结如表 2。

2.1.3 确定生物廊道宽度时应该注意的问题 确定生物保护廊道宽度时必须注意几个关键问题:(1)应使生态廊道足够的宽以减少边缘效应的影响,同时应该使内部生境尽可能的宽;(2)根据可能使用生态廊道的最敏感物种的需求来设置廊道宽度;(3)尽量将最高质量的生境包括在生态廊道的边界内;(4)对于较窄且缺少内部生境的廊道来说,应该促进和维持植被的复杂性以增加覆盖度及廊道的质量;(5)除非廊道足够的宽(比如超过 1km),否则廊道应该每隔一段距离都有一个节点性的生境斑块出现;(6)廊道应该联系和覆盖尽可能多的环境梯度类型,也即生境的多样性。

2.2 河流廊道

2.2.1 河流廊道的主要功能 河流廊道作为一类重要的生态廊道,具有多种生态功能。满足生物保护功能的河流廊道宽度可以参考上文关于生物廊道的讨论。本部分主要讨论河流廊道保护水资源和环境完整性的功能,它们是决定缓冲带宽度的基本功能。其他还有一些功能如为河流生物提供食物、降低河面温度等对缓冲带宽度要求较低,在此不作讨论。

磷和氮是构成河流水体污染的主要元素。有机态和矿质态的磷主要通过地表径流进行运输,而且通常依附于沉积物颗粒一起运动。有机态的氮的运动方式与磷的运动方式类似,而无机态的氮(主要是硝酸盐)通常是可溶的,主要通过地表或地表附近的土壤进行运输。这一部分氮的运动方式受汇水区的水文地质学特征影响。大量研究结果表明,河岸缓冲带能够通过吸附、滞留、分解等方式有效的过滤地表营养元素流入河流对水体造成污染。Lena B. M 等人^[28]从景观结构与功能流的角度分析了河岸植被缓冲带对于改善水质的重要意义。他们的研究表明,10m 宽的草地缓冲带可以减少 95% 的依附于沉积物一起运动的磷元素。而且,滨河林地以及湿地能够通过土壤微生物过程(如反硝化作用)去除约 100% 的氮元素。

表 1 不同学者提出的生物保护廊道的适宜宽度值

Table 1 Appropriate values of width provided by different scholars for biodiversity conservation

作者 Author	发表时间 Publish time	宽度(m) Width	说明 Description
Corbett E S 等 ^[17]	1978	30	使河流生态系统不受伐木的影响
Stauffer 和 Best ^[18]	1980	200	保护鸟类种群
Newbold J D 等 ^[19]	1980	30	伐木活动对无脊椎动物的影响会消失
		9~20	保护无脊椎动物种群
Brinson 等 ^[27]	1981	30	保护哺乳、爬行和两栖类动物
Tassone J E ^[13]	1981	50~80	松树硬木林带内几种内部鸟类所需最小生境宽度
Ranney J W 等 ^[20]	1981	20~60	边缘效应为 10~30m
Peterjohn W T 等 ^[21]	1984	100	维持耐荫树种山毛榉种群最小廊道宽度
		30	维持耐荫树种糖槭种群最小廊道宽度
Harris ^[22]	1984	4~6 倍树高	边缘效应为 2~3 倍树高
Wilcove ^[13]	1985	1200	森林鸟类被捕食的边缘效应大约范围为 600 米
Cross ^[27]	1985	15	保护小型哺乳动物
Forman R T T 等 ^[1]	1986	12~30.5	对于草本植物和鸟类而言,12m 是区别线状和带状廊道的标准。12~30.5 能够包含多数的边缘种,但多样性较低
		61~91.5	具有较大的多样性和内部种
Budd W W 等 ^[23]	1987	30	使河流生态系统不受伐木的影响
Csuti C 等 ^[24]	1989	1200	理想的廊道宽度依赖于边缘效应宽度,通常森林的边缘效应有 200~600m 宽,窄于 1200m 的廊道不会有真正的内部生境
Brown M T 等 ^[13]	1990	98	保护雪白鹭的河岸湿地栖息地较为理想的宽度
		168	保护 Prothonotary 较为理想的硬木和柏树林的宽度
Williamson 等 ^[27]	1990	10~20	保护鱼类
Rabent ^[27]	1991	7~60	保护鱼类、两栖类、鱼类
Juan A 等 ^[25]	1995	3~12	廊道宽度与物种多样性之间相关性接近于零
		12	草本植物多样性平均为狭窄地带的 2 倍以上
		60	满足生物迁移和生物保护功能的道路缓冲带宽度
		600~1200	能创造自然化的物种丰富的景观结构
Rohling J ^[26]	1998	46~152	保护生物多样性的合适宽度

表 2 根据相关研究成果归纳的生物保护廊道适宜宽度

Table 2 Aproprariate values of width for biodiversity conservation concluded from some cases

宽度值 Width(m)	功能及特点 Functions and characteristic
3~12	廊道宽度与草本植物和鸟类的物种多样性之间相关性接近于零;基本满足保护无脊椎动物种群的功能①
12~30	对于草本植物和鸟类而言,12m 是区别线状和带状廊道的标准。12m 以上的廊道中,草本植物多样性平均为狭窄地带的 2 倍以上;12~30m 能够包含草本植物和鸟类多数的边缘种,但多样性较低;满足鸟类迁移;保护无脊椎动物种群;保护鱼类、小型哺乳动物②
	含有较多草本植物和鸟类边缘种,但多样性仍然很低;基本满足动植物迁移和传播以及生物多样性保护的功能;保护鱼类、小型哺乳、爬行和两栖类动物;30m 以上的湿地同样可以满足野生动物对生境的需求;截获从周围土地流向河流的 50% 以上沉积物;控制氮、磷和养分的流失;为鱼类提供有机碎屑,为鱼类繁殖创造多样化的生境③
30~60	对于草本植物和鸟类来说,具有较大的多样性和内部种;满足动植物迁移和传播以及生物多样性保护的功能;满足鸟类及小型生物迁移和生物保护功能的道路缓冲带宽度;许多乔木种群存活的最小廊道宽度④
60/80~100	保护鸟类,保护生物多样性比较合适的宽度⑤
100~200	能创造自然的、物种丰富的景观结构;含有较多植物及鸟类内部种;通常森林边缘效应有 200~600m 宽,森林鸟类被捕食的边缘效应大约范围为 600m,窄于 1200m 的廊道不会有真正的内部生境;满足中等及大型哺乳动物迁移的宽度从数百米至数十公里不等⑥
≥600~1200	

①The pertinence of corridor width and the diversity of birds is about zero. The width range can meet the need of protecting invertebrate population. ②12 meters is the threshold to distinguish linear and strip corridors for herbaceous plants and birds. The diversity of herbaceous plants in the corridors wider than 12 meters is two times than that in narrow ones. The range is appropriate for protecting many edge species, but the diversity is still low. The range can also be appropriate for protecting birds, invertebrate, fish and little mammals. ③The corridors in this range can include many herbaceous plants and edge bird species, but the diversity is still relatively low. It can nearly meet the need of protecting wildlife migration and biodiversity conservation. It can also protect fish, little mammals and amphibians, and capture more than 50% sediment from surrounding lands, control the flowing of nutrient elements such as nitrogen and phosphor, provide organic crumbs and create diverse habitats for fish. The wetland strip wider than 30 meters can also be the habitat of wildlife. ④The corridors in this range have many interior species and higher biodiversity, and they are able to protect wildlife migration and conserve biodiversity. The range is also necessary for the migration of wildlife and biodiversity conservation in the roadside buffer strips. It is the minimum width for the conservation of many populations of arbour species. ⑤This range is appropriate for biodiversity conservation. ⑥This range can create natural landscape structures with high biodiversity and abundant interior plants and birds. Usually, the edge effect of forest can be 200 to 600 meters wide, and edge effect of being preyed for bird species in forest can be about 600 meters, so corridors narrow than 1200 meters do not have real interior habitats. The width for the migration of large mammals should be several hundreds meters or more

河岸缓冲带过滤污染物的能力主要由植被结构、土壤状况、地形等因素决定。一般说来,底层土壤疏松、有大量凋落物及草本地被、微地形复杂的缓冲带具有更强的污染物过滤功能。

河岸缓冲带同样具有强大的水土保持功能。Lowrance 等人^[32]在对马里兰一个海岸平原流域的研究中发现,从周围耕地侵蚀的大多数沉积物最后都被滞留在森林缓冲带中,但很大一部分向林内沉积的范围都达到了 80m。只有少量的沉积物滞留在了河流的附近。因此,在这个案例中,80m 应该是最小的缓冲区距离。在对北卡罗莱纳海岸平原的一个相似的案例中,Copper 等人^[31]发现,50%以上的沉积物滞留在森林内 100m 范围内,另外有 25%的沉积物沉积在河道边的河漫滩湿地内。

以上两个研究表明,在相似的河流系统中,至少 80m 至 100m 的河岸植被缓冲带宽度对于减少 50%~70%的沉积物是有效的。如果想要更多的减少沉积物,可以根据实际情况增加植被带的宽度。在侵蚀更严重,坡度更陡或者缺少有效的侵蚀控制措施的情况下,缓冲带的宽度应该更大。

2.2.2 河流廊道的建议宽度 在通常的河流保护或滨河地带开发中,人们往往为河岸指定一定的宽度地带作为河流的缓冲区,这实际上是不科学的。河流不同的位置对应着不同的环境状况,从而应该对应不同的廊道宽度值。

到目前为止,人们还是没有得到一个比较统一的河岸防护林带的有效宽度。在美国西北太平洋地区,人们普遍使用 30m 的河岸植被带作为缓冲区的最小值^[13]。华盛顿州海岸线管理法案(the Washington State Shoreline Management Act)规定,位于河流 60m 范围内或 100 年一遇河漫滩范围内,以及与河流相联系的湿地都应该受到保护,而且保护范围越大越好^[29]。Toth R. E.^[13]建议,在河流两岸 150m 范围内的任何人类活动都应该得到相关机构和公众的评价。其它研究者研究的结果见表 3。

河岸缓冲带的最佳宽度应该通过详细的科学研究来获取,但在实际中,人们很少有时间和精力来从事这项工作。Budd 及其同事于 1987 年提出了通过对河流进行简单的野外调查来得到合适的缓冲区宽度的方法^[23]。调查的特性包括河流类型、河床的坡度、土壤类型、植被覆盖、温度控制、河流结构、沉积物控制以及野生动物栖息地等。评价者利用这些因素来估计必要的廊道宽度。在不可能进行彻底的科学研究的情况下,由一些训练有素的、有经验并且客观的资源专家来应用此类方法,也会得到比较合理答案。

表 3 不同学者提出的保护河流生态系统的适宜廊道宽度值

Table 3 Appropriate values of width provided by different scholars for protecting river ecosystem

功能 Function	作者 Author	发表时间(年) Publishing time	宽度(m) Width	说明 Description
水土保持 Soil and water conservation	Gillianm J W 等 ^[27]	1986	18.28	截获 88%的从农田流失的土壤
	Cooper J R 等 ^[30]	1986	30	防止水土流失
	Cooper J R 等 ^[31]	1987	80~100	减少 50%~70%的沉积物
	Lowrance 等 ^[32]	1988	80	减少 50%~70%的沉积物
	Rabeni ^[27]	1991	23~183.5	美国国家立法,控制沉积物
防治污染 Pollution control	Erman 等 ^[27]	1977	30	控制养分流失
	Peterjohn W T 等 ^[21]	1984	16	有效过滤硝酸盐
	Cooper J R 等 ^[30]	1986	30	过滤污染物
	Correllt 等 ^[27]	1989	30	控制磷的流失
	Keskitalo ^[27]	1990	30	控制氮素
其他 Other	Brazier J R 等 ^[27]	1973	11~24.3	有效的降低环境的温度 5~10 C
	Erman 等 ^[27]	1977	30	增强低级河流河岸稳定性
	Steinblums I J 等 ^[27]	1984	23~38	降低环境的温度 5~10 C
	Cooper J R 等 ^[30]	1986	31	产生较多树木碎屑,为鱼类繁殖创造多样化的生境
	Budd W W 等 ^[23]	1987	11~200	为鱼类提供有机碎屑物质
	Budd 等 ^[27]	1987	15	控制河流浑浊

* 宽度是指河岸植被带宽度 Width means the width of the buffer strip

由上述数据可以看出,当河岸植被宽度大于 30m 时,能够有效的降低温度、增加河流生物食物供应、有效过滤污染物。当宽度大于 80~100m 时,能较好地控制沉积物及土壤元素流失。美国各级政府和组织规定的河岸缓冲带宽度值变化较大,从 20m 到 200m 不等。

实际中,确定一个河流廊道宽度应遵循 3 个步骤^[3]:(1)弄清所研究河流廊道的关键生态过程及功能;(2)基于廊道的空间结构,将河流从源头到出口划分为不同的类型;(3)将最敏感的生态过程与空间结构相联系,确定每种河流类型所需的廊道宽度。

2.2.3 确定河流廊道宽度时应该注意的问题

(1)应确定和理解周围土地利用方式对河流生物群落和河流廊道完整性的影响。

(2)廊道至少应该包括河漫滩、滨河林地、湿地以及河流的地下水系统。

(3)应该包括其他一些关键性的地区如间歇性的支流、沟谷和沼泽、地下水补给和排放区,以及潜在的或实际的侵蚀区(如陡坡、不稳定土壤区)。

(4)根据周围土地利用方式来确定廊道的宽度。如森林砍伐区、高强度农业活动区和高密度的房地产开发都应该对应着更宽的廊道。

(5)滨水缓冲区宽度应该与以下几个因素成正比:①对径流、沉积物和营养物的产生有贡献的地区面积;②河流两岸相邻的坡地以及滨河地带的坡度;③河边高地上人类活动如农业、林业、郊区或城市建设的强度。当廊道的植被和微地形越复杂,密度越大时,所需要的廊道宽度就越小。

3 结语

生态廊道的宽度由多个因素共同决定,它可以表示为函数 $W=f(a,v,u,c,l,\dots)$ 。式中, W 是指廊道的宽度, a 是保护目标(保护某个或某些关键种), v 是廊道植被构成情况(包括植被垂直、水平及年龄结构、多样性、密度、盖度等), u 是廊道其他功能(如游憩、文化遗产保护、交通运输、过滤等), c 是廊道周围的土地利用情况(对比度越高所需廊道越宽), l 是廊道的长度。此外,廊道宽度还随地形和气候的变化而变化,对于每一地区,应该根据经验数据及模型来估算。在实际中,设计师通常没有足够的信息和时间来进行详细实验研究,但如果能够综合考虑上述各个因子的影响,并参考相应的研究结果及经验值,也可以确定出合适的廊道宽度。对于尺度较大的河流廊道而言,由于其所经过地区的自然地理及人文地理背景的差异,使得不同段的基本类型及主要生态过程与功能都有很大差别,因此其宽度也应该根据各段的具体情况来确定。

References:

- [1] Forman R T T, Godron M. *Landscapes ecology*. New York: Wiley, 1986. 121~155.
- [2] Hunter M L. *Wildlife, forests, and forestry*. N J: Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1990. 11~24.
- [3] Forman R T T. *Land mosaics: the ecology of landscape and regions*. Cambridge: Cambridge University Press, 1995b. 246.
- [4] Harris L D, and Scheck J. From implications to applications: the dispersal corridor principle applied to the conservation of biological diversity. In: Saunders D A and Hobbs R J eds. *Nature conservation: the role of corridors*. Surrey Beatty and Sons. Australia: Chipping Norton, NSW, 1991. 189~200.
- [5] Soulé M E, Gilpin M E. The theory of wildlife corridor capability. In: Saunders D A and Hobbs R J eds. *Nature conservation: the role of corridors*. Surrey Beatty and Sons. Australia: Chipping Norton, NSW, 1991. 3~8.
- [6] Yu K J, Li D H. Landscape ecological model in rural and urban regional planning. *Overseas Urban Planning*, 1997, (3): 27~31.
- [7] Forman R T T. Corridors in landscape: their structure and function. *Ekologia*. 1983, (2): 375~380.
- [8] Forman R T T. *Land mosaics: the ecology of landscape and regions*. New York: Cambridge University Press, 1995a. 145~157.
- [9] Forman R T T, Baudry J. Hedgerows and hedgerow networks in landscape ecology. *Environment Management*, 1984, (8): 495~510.
- [10] Smith D S, Hellmund P C. *Ecology of greenways: design and function of linear conservation areas*. Minneapolis: University of Minnesota Press, 1993a. 17~18.
- [11] Che S Q. Study on the green corridor in urbanized areas. *Urban Ecological Study*, 2001, 25(11): 44~48.
- [12] Noss R F. Corridors in real landscape: a reply to Simberloff and Cox. *Conservation Biology*, 1987a, (1): 159~164.
- [13] Smith D S, Hellmund P C. *Ecology of greenways: design and function of linear conservation areas*. Minneapolis: University of Minnesota Press, 1993b. 58~64.
- [14] Robbin C S. Effect of forest fragmentation on bird populations. In: DeGraaf R M and Evans K E, eds. *management of north central and northeastern forests for nongame birds*. Washington D C: USDA Forest Service General Technical Report NC-51, 1979. 198~212.
- [15] Ambuel B, and S A Temple. Area-dependent changes in the bird communities and vegetation of southern Wisconsin forests. *Ecology*, 1983, 64: 1057~1068.
- [16] Liu L M ed. *Rural landscape planning*. Beijing: Chinese Agricultural University Press, 2003. 287.
- [17] Corbett E S, Lynch J A, Sopper W E. Timber harvesting practices and water quality in the eastern United States. *Journal of Forestry*, 1978, 76: 484~488.
- [18] Stauffer D F, Best L B. Habitat selection by birds of riparian communities: evaluating effects of habitat alterations. *Journal of Wildlife Management*, 1980, 44(1): 1~15.
- [19] Newbold J D, Erman D C, Roby K B. Effects of logging on macroinvertebrates in streams with and without buffer strips. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 1980, 37: 1076~1085.
- [20] Ranney J W, Bruner M C, Levenson J B. The importance of edge in the structure and dynamics of forest islands. In: Burgess R L,

- Sharpe D M, eds. *forest island dynamics in man-dominated landscape*. New York: Springer-Verlag, 1981. 67~95.
- [21] Peterjohn W T, Correl D L. Nutrient dynamics in an agricultural watershed; Observations of the role of a riparian forest. *Ecology*, 1984, **65**(5): 1466~1475.
- [22] Harris L D. *The Fragmented Forest*. Chicago: University of Chicago Press, 1984. 10~12.
- [23] Budd W W, Cohen P L, Saunders P R, *et al.* Stream corridor management in the Pacific Northwest: determination of stream-corridor widths. *Environmental Management*, 1987, **11**(5): 587~597.
- [24] Csuti C, Canty D, Steiner F, *et al.* A path for the Palouse: an example of conservation and recreation planning. *Landscape and Urban Planning*, 1989, (17): 1~9.
- [25] Juan A, Vassilias A T, Leonardo A. South Florida greenways: a conceptual framework for the ecological reconnectedness of the region. *Landscape and Urban Planning*, 1995, (33): 247~266.
- [26] Rohling J. Corridors of Green. *Wildl. N. C.*, 1998, (5): 22~27.
- [27] Large A R G, petts G E. Rehabilitation of river margins. *River Restoration*, 1996, **71**:106~123.
- [28] Lena B M Vought, Gilles Pinay, Ann Fuglsang, *et al.* Structure and function of buffer strips from a water quality perspective in agriculture landscapes. *Landscape and Urban Planning*, 1995, **31**: 323~331.
- [29] Morrison S W. The Percival Creek corridor plan. *Journal of Soil and Water Conservation*, 1988, **43**: 465~467.
- [30] Cooper J R, Gilliam J W, Jacobs T C. Riparian areas as a control of nonpoint pollutant. In: Correll D L ed. *Watershed Research Perspectives*. Washington DC: Smithsonian Institution Press, 1986. 166~192.
- [31] Copper J R, Gilliam J W, Daniels R B, *et al.* Riparian areas as filters for agricultural sediment. *Soil Science Society of America Journal*, 1987, **51**: 416~420.
- [32] Lowrance R, McIntyre S, Lance C. Erosion and deposition in a field/forest system estimated using cesium-137 activity. *Journal of Soil and Water Conservation*, 1988, **43**: 195~199.

参考文献:

- [6] 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.
- [11] 车生泉. 城市绿色廊道研究. 城市生态研究, 2001, **25**(11): 44~48.
- [16] 刘黎明主编. 乡村景观规划. 北京: 中国农业大学出版社, 2003. 287.