

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

滕明君, 周志翔*, 王鹏程, 吴昌广, 徐永荣

(华中农业大学园艺林学学院, 湖北武汉 430070)

摘要: 绿色廊道在维持区域生物多样性、改善环境质量、满足人们休闲旅游需求和实现历史文化保护等多方面发挥着重要作用, 其规划设计与管理受到广泛关注。但随着概念内涵与功能复杂性的增加, 绿色廊道的功能定位与相应的结构设计成为其规划与管理的重点和难点。为解决这一问题, 对绿色廊道功能类型体系和相应的结构设计进行了研究。依据绿色廊道功能类型复杂性分析, 提出了基于结构设计与管理绿色廊道功能类型体系, 并将其分为生物通道、环保廊道、景观游憩廊道和历史文化廊道等 4 个基本功能类型和 22 个二级类型, 以指导绿色廊道功能定位; 在此基础上, 针对不同功能类型绿色廊道的特点, 对其相应的规划设计重点问题进行了深入分析, 并提出了相应的规划设计建议, 以期多功能绿色廊道的可持续性规划设计与管理提供依据。

关键词: 绿色廊道; 景观规划; 功能定位; 结构设计

The function types of green corridor and the key issues in its planning based upon structure design and management

TENG Mingjun, ZHOU Zhixiang*, WANG Pengcheng, WU Changguang, XU Yongrong

College of Horticulture and Forestry Sciences, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China

Abstract: Green corridors play important roles in maintaining regional biodiversity, improving environmental quality, offering recreational opportunity as well as protecting heritage and culture, and extensive attentions have been paid to their planning, design and management. However, with the increasing of the content of its concept and functions, the function orientation and its corresponding structure designing have been the key issues and difficulty points in green corridors planning and managements. To solve this problem, this paper studied the function types system and the corresponding structure designing of green corridors. Based upon the complex analysis in green corridor types, a function type system of green corridors was proposed so as to guide green corridors function orientation, the green corridor was functionally classified into four basic types and 22 subtypes. The key issues of planning and designing were analyzed and relevant suggestions were proposed according to the features of different types of green corridors based upon the proposed system, which could provide references to the sustainable planning and management of multiple functional green corridors.

Key Words: green corridor; landscape planning; function orientation; structure design

绿色廊道是以植物为主体的线状或带状景观要素, 它在维持区域生物多样性、改善环境质量、满足人们休闲旅游需求和实现历史文化保护等多方面发挥着重要作用^[1-5]。随着城市化问题的加剧和人类社会经济可持续发展需求的增加, 绿色廊道规划设计与管理受到世界各国的广泛重视, 并已成为不同景观和不同尺度上生态环境建设的重要内容。近年来, 国内外众多学者从不同角度对绿色廊道规划设计与管理进行了研

基金项目: 国家科技支撑计划资助项目(2006BAD03A1301, 2006BAD03A0710); 武汉市建设科研资助项目(200616)

收稿日期: 2009-06-22; **修订日期:** 2009-10-12

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: whzhouzx@126.com

究^[1,2,6-14],这些研究不但拓宽了绿色廊道规划与应用的领域,促使绿色廊道规划设计与管理逐渐由单一功能目标向综合多功能目标发展^[1-3],也进一步增加了绿色廊道概念的内涵及功能的复杂性。

潜在功能需求定位是景观规划设计与管理的提^[15-16],但由于缺乏对绿色廊道功能类型复杂性的系统研究,目前多数绿色廊道的规划设计定位不明确^[17],不但导致绿色廊道的结构设计混乱、功能模糊,而且也使建成后的绿色廊道功能不完整、管理维护困难,严重影响了其结构与功能的可持续性^[18-20]。因此,绿色廊道的功能定位及其相应的结构配置已成为绿色廊道设计和管理的重点和难点问题。针对这一问题,本文拟在绿色廊道功能复杂性研究的基础上,探讨绿色廊道功能类型及其相应的规划设计重点,以期多功能绿色廊道的可持续性规划设计与管理提供依据。

1 绿色廊道的功能类型

1.1 绿色廊道功能类型的复杂性

绿色廊道规划已由早期的美学功能设计发展到满足生态环境保护、游憩资源利用和历史文化资源保存等多目标功能设计^[3,21]。随之而来的众多相关概念使绿色廊道应用与建设向更深更广的层次和领域拓展,但同时也增加了绿色廊道功能类型的复杂性。

(1)廊道分类复杂 车生泉^[22]和蔡婵静^[12]根据绿色廊道的组成结构将绿色廊道划分为绿带、河流绿色廊道、道路绿色廊道和铁路绿色廊道等类型;而 Little^[23]按照绿色廊道功能将其分为城市水系廊道、休闲绿道、生态自然廊道、景观和历史文化廊道,综合性绿道网络等 5 个类型;Fabos^[3]据功能特征并结合美国绿色廊道规划的经验,将绿色廊道划分为生态保护廊道、休闲廊道和历史文化廊道 3 种主要类型;俞孔坚等^[5]则在中国绿色廊道发展历史的基础上将其分为水系绿色廊道、交通绿色廊道和防护绿带等 3 个主要类型。在具体的规划设计实践中也出现了一些强调特定功能结构的廊道类型,如农田防护林带、水系缓冲带、遗产廊道等。可见,绿色廊道分类中结构、功能、或结构功能相结合为基础的多种分类体系并存。

(2)概念理解地区差异 绿色廊道的概念起源于欧美国家,并逐渐被世界各国接受,但由于社会背景差异导致对绿色廊道概念理解的多样化^[5],如 greenway 和 green corridor 在欧美地区通常被认为是两个不同的概念,分别表示多功能的绿色廊道网络和个体的生物通道,而在亚洲地区则通常被认为是同一概念,即表示多功能的廊道网络;即使同一概念也有不同的认识,如 greenway 在中国就有绿色廊道^[11]、绿色通道^[24]和绿道^[25]等 3 种理解,且有学者认为它们是不同组织尺度上的概念^[26]。

(3)概念内涵学科差异 绿色廊道应用领域较为广泛,不同的学科或不同学科背景的学者研究的侧重点和目标不同,对绿色廊道概念内涵的定义也有差异,如 Fabos^[27]认为绿色廊道是经过人为规划设计与管理的景观要素,Smith^[28]则强调绿色廊道植被自然性,而 Saraiva 等^[29]强调绿道作为重要的景观要素对水系及集水区景观结构和生态过程的整合作用。

(4)廊道功能对尺度的依赖性 绿色廊道的功能具有明显的尺度依赖性,大尺度上的绿色廊道在中小尺度上可能表现为大面积的森林生境,由于这种尺度不确定性,及“自上而下”的规划思路^[5],导致绿色廊道规划中结构与功能脱节,也进一步增加了绿色廊道功能类型的复杂性。

1.2 基于结构设计与管理的绿色廊道功能分类体系

从绿色廊道功能类型复杂性的分析不难发现,绿色廊道功能类型的划分原则必须构成一定的分类体系、适于结构设计、便于明确责任与管理维护等要求,并符合自下而上的设计原则^[5]。基于这一思路并参考相关研究^[1,2,5-6,9],提出基于结构设计与管理的绿色廊道功能类型划分体系。首先根据绿色廊道的功能结构和管理差异将绿色廊道分为生物通道、环保廊道、休闲游憩廊道和历史文化廊道等基本功能类型,再根据具体绿色廊道利用方式差异将基本类型划分为 22 个二级类型(表 1),在具体绿色廊道规划过程中,可在此功能类型系统的基础上结合具体廊道的区位、尺度和规模等特征,采用广泛地参与式调查分析确定绿色廊道的具体功能目标(或功能目标组合)和相关责任人^[19],从而明确绿色廊道的结构设计类型。

该分类体系力求以直观的方式反映绿色廊道的利用特征,它不但使廊道规划设计明确定位,反映绿色廊

道功能结构需求,而且也与尊重使用者体验^[24]的绿色廊道规划设计理念是一致的。因而,该分类体系有助于明确不同类型绿色廊道结构设计重点,并能显示廊道建成后的受益者与管理责任,从而保障绿色廊道的可持续性。

表 1 基于结构设计与管理绿色廊道功能类型

Table 1 Function types of green corridor based upon structure design and management

绿色廊道基本功能类型 Basic functional types of green corridor	功能概念描述 Function and concept description	二级类型 Subtypes
生物通道 Wildlife corridor	供生物在生境斑块间扩散的廊道	草本植物廊道 乔木植物廊道 无脊椎动物廊道 两栖动物廊道 爬行动物廊道 鸟类廊道 小型哺乳动物廊道 大型哺乳动物廊道
环保廊道 Environment protection corridor	横向过滤消减作用,维持环境安全和可持续性	营养物质过滤廊道 控制水土流失廊道 大气过滤廊道 防风固沙廊道 防风防潮廊道 消减噪声廊道
休闲游憩廊道 Recreation corridor	美学功能和生态教育功能,改善区域景观质量,增加旅游休闲吸引力	城市绿化控制带 步行游憩廊道 机动车游憩廊道 河流游憩廊道
历史文化廊道 Historical and cultural corridor	历史文化教育、继续与保存	交通线路 商贸线路 宗教线路 线性纪念物

2 不同功能类型绿色廊道的规划设计重点

绿色廊道的结构决定了它的功能特征,不同功能类型绿色廊道的规划设计实际上就是对绿色廊道结构的规划设计。因此,廊道的宽度、植被层次结构和廊道网络结构等特征是绿色廊道规划设计的关键因素。但由于不同类型绿色廊道的功能目标及利用方式差异,其规划重点有所侧重。

2.1 生物通道的规划设计重点

生物通道规划的目的是连接隔离的生境斑块,增加景观连接度,从而降低景观破碎化给生物带来的威胁^[30]。因而规划设计必须满足动物对廊道的选择利用和廊道网络整体连续性两个要求^[31-32]。因此,与动物选择利用相关的廊道宽度和组成结构,以及与廊道网络整体连续性相关的景观连通性和网络结构特征是生物通道规划设计的关键问题。

2.1.1 宽度

生物通道的宽度效应受生物体行为、具体生态过程的特点以及景观格局效应(如边缘效应)等共同影响^[7,30,33-34]。在保护目标明确的生物通道规划设计中,边缘效应是宽度设置的重要依据。由于边缘效应能明显增加物种穿越生物通道的费用和被捕食机率^[35],因此增加生物通道的宽度有利于增加其景观连接度。尽管不同物种对廊道宽度效应的响应存在差异,但共同点在于廊道的宽度效应只有宽度达到一定阈值(7—12m^[36])才明显表现。随着生物通道宽度的增加,边缘种数目迅速增加到一定数量后稳定,而内部种则会持续增加。但在土地资源日益紧张的条件下无限制的增加生物通道的宽度显然是不现实的,同时较宽的廊道可能导致动物降低穿越廊道的速度^[37]。因此,生物通道最优宽度设置的关键在于平衡生物保护需求与自然资源限制,即综合考虑生物的资源选择特征(生物活动范围和对边缘效应的响应)、基质土地利用特征、廊道的

结构特征,以及其它物种活动的干扰因素等,可用下面的函数表示:

$$W_o=f(w,b,s,l,d_{other})$$

式中, W_o 是指生物通道的最优宽度, w 是生物的资源选择特征, b 是基质土地利用特征, s 是廊道的结构特征, l 是廊道的长度, d_{other} 是其它物种活动的干扰因素(如捕食、道路交通、人类活动、气候条件等影响因素)。

根据上述原则并参考相关研究文献^[7,34-35,38-40],这里将不同目标种的生物通道适宜宽度进行了总结(表2),以便于规划设计时参考。

表2 生物通道宽度
Table 2 The appropriate width of wildlife corridors

目标物种 Focal species	宽度值 Width/m	说明 Description
草本植物 Herb	12—60	维持植物多样性的宽度
乔木植物 Tree	30—200	维持物种多样性,促进种子扩散
无脊椎动物 Invertebrate	3—30	小于 30m 的廊道有助于降低无脊椎动物被捕食的风险
两栖动物 Amphibian	15—60	两栖动物迁移通道的适宜宽度
爬行动物 Reptile	15—60	爬行动物迁移通道的适宜宽度
鸟类 Birds	30—400	当宽度大于 400m 时鸟类丰富度无明显增加
小型哺乳动物 Small mammals	12—200	小型哺乳动物迁移通道的适宜宽度
大型哺乳动物 Large mammals	200—600	大型哺乳动物迁移的适宜宽度

2.1.2 廊道结构

廊道结构效应主要表现为对生物分布活动路径选择的影响,并受廊道宽度、长度等特征限制^[41],即生境质量对廊道功能的影响,但这方面仍存在争议^[42-43]。在这种情况下,依据物种生境选择行为确定生物通道的结构将具有更高可信度^[18]。在具体规划中,生物通道的廊道结构设计应依据野外调查获取的目标生物适宜生境环境特征、具体物种生物学特征,实现最小化景观阻力,提高生物穿越速度,以减小物种在通道中被捕食机率或死亡率。而结构设计内容应包括植被组成(如树种组成、乔灌草比例及结构)、覆盖率、植被密度及生物通道与基质景观的对比度等。

但必须指出的是,生物通道在增加目标物种或种群景观连接度的同时也可能为一些有害的物种或生态过程提供阻力较小的扩散通道^[44]。廊道结构设计中必须考虑通过合理的景观规划措施减小这些负面效应,例如通过设计狭窄的廊道过滤进入森林的机会边缘物种,从而保护内部物种。

2.1.3 网络结构

构建连续性的生态保护网络已成为生物保护的重要策略^[41],其关键在于何种网络结构能对生物多样性或焦点物种起到最大效率的保护作用。目前单物种生物通道设计多依靠基于栅格数据的适宜性评价或渗透模型来解决这一问题^[45],而在大尺度生物多样性保护网络构建中,以 GAP 分析^[46]、生物多样性热点^[47]和全球 200^[48]等评估方法为基础的规划设计受到广泛关注。但这些方法不仅受数据分辨率制约,而且无法真实反映出斑块间景观流的特征。近年来在景观生态学中受到重视的网络分析法为解决这一问题提供了新的途径。网络分析法是图论的重要算法,它以渗透理论和岛屿生物学理论为基础,用简洁的算法直观描述破碎化景观和复合种群中要素间的复杂关系(如景观连接度、物种流等)和结构特征^[49-51],且降低了对研究尺度的依赖性。因此,它更适宜于物种生态保护网络的结构和功能的规划与评估。

网络分析法中网络主要由节点和连接节点的线构成,节点表示景观中的生境斑块(或复合种群中的个体种群),而线则表示斑块之间的流或联系^[52]。网络的景观连接度、节点质量、多向利用和多样性等因素是评估生态保护网络结构和功能的重要特征指标,在生物保护网络结构设计中应尽量包含高质量的生境节点和较高的景观连通度,并综合考虑其它干扰因素和多向利用需求。因此,基于网络分析法的生物保护网络结构设计应包括土地覆盖/利用评估,野生动物评估,生境评估,连接度分析,网络生成,网络分析及优化等步骤(图1)。

2.2 环保廊道的规划设计重点

环保廊道的作用机理可分为两类,一类是廊道中植被群落对颗粒物的截留作用和对营养物质的吸收分解作用^[53],以河岸植被缓冲带为代表;另一类是对流能量的缓冲吸收作用^[54],如防风林带、噪声隔离带和沿海防护林带。因此,环保廊道的宽度和廊道结构特征是环保廊道规划设计的关键问题,也是目前环境保护领域关注的热点。

2.2.1 宽度

环保廊道宽度的增加将增加消极生态过程与廊道的有效作用时间和作用界面,从而提高廊道对生态流中能量、营养物质和颗粒物的吸收或截留比例^[54-55]。但环境廊道宽度的设置受土地资源限制,并受植被结构、空间位置、地形条件以及其它众多相关因素影响,例如不同季节,环境保护廊道对污染物吸收消减作用有较大变化^[56]。因此,确定合理有效的环保廊道宽度十分必要,但目前仍无研究表明环保廊道的宽度设置存在科学标准。针对这些问题,人们开发了一系列通用模型以解决具体环境条件下环保廊道的宽度和作用效率问题,如 Nieswand 方法、Foster 方法、Overcash 方法等^[57]。一般来说,环保廊道的有效宽度与在相应时段内地表径流强度、流域坡长和坡度、地表的粗糙度系数、缓冲带内深入的水流流速、缓冲带内的土壤的吸附能力及林带植被特征相关^[58]。因此,环保廊道的适宜宽度值可用下面的函数公式表示:

$$W_{ep} = f(p, s, v, m, t, \text{other})$$

式中, W_{ep} 表示环保廊道的适宜宽度, p 表示生态过程特征(包括生态过程的能量特征、浓度特征和累积效应), s 表示土壤属性, v 表示廊道的片段结构特征, m 表示土地利用背景, t 表示地形特征, other 表示其它对环境保护廊道功能影响的要素特征,如气候、主风向、人为活动干扰等因素。结合相关研究文献^[53-55, 59-64],本文对不同利用行为的环保廊道适宜宽度进行了总结(表3)。

表3 环境保护廊道的宽度

Table 3 The appropriate width of environment corridors

环保廊道的利用行为 The usages of environment corridors	适宜宽度 Appropriate width/m	说明 Description
营养物质过滤 Nutrient filter	5—200	有效截留和吸收 N、P 等营养物质
控制水土流失 Control soil erosion	5—200	降低径流中的泥沙
大气过滤 Atmosphere filter	100—500	有效过滤大气中的污染物和悬浮物
防风固沙 Windbreak and sand fixation	≥100	截留风沙
防风防潮 Reduce wave	10—300	降低风、海潮、海啸的能量
消减噪声 Noise attenuation	30—200	消减过滤噪音
城市绿化控制带 Urban greenbelt	≥200	改善城市环境,控制城市发展规模

但同动物迁徙过程不同的是,营养物质扩散、地表径流以及其它环境生态过程往往具有明显的环境累积效应^[54],因此环保廊道的宽度与生态过程流的特征值并非简单直线相关,应根据具体的生态过程特征和地理环境条件具体分析确定。例如防风固沙或水土保持为主要功能目标的环保廊道设计中,景观流在与廊道相互作用前所经历的景观特征(如风沙区面积、水土流失面的坡长和坡度等特征)对景观流的能量或浓度特征有重要影响,这些因素应被充分考虑。

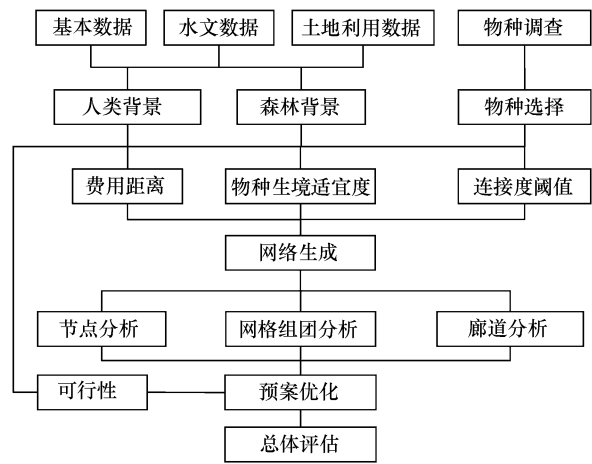


图1 网络分析法的步骤

Fig. 1 General over view of networks analysis procedures

2.2.2 廊道结构

在土地资源日益紧张的条件下,通过增加环保廊道的宽度增强其环保功能的方法受到一定限制,因此必须考虑通过改善环保廊道的组成结构来提升其功能。环保廊道结构设计包括垂直结构设计和水平结构设计两个方面。

(1) 廊道垂直结构

廊道垂直结构主要指廊道中乔、灌、草等植被的组成特征,植被生态学特征和组合方式对绿色廊道功能影响较大。环保廊道垂直结构设计的主要包括植被的生态功能特征、地域性和自然性 3 个方面。

首先,植被的生物学特性决定了其生态功能特征,绿色廊道中植物选择与配置方式将直接影响廊道功能和效率^[65-66],因此廊道植物设计需综合考虑廊道功能目标和植物生态学生物学特性的统一。一方面,对于不同生态功能区选择相应的功能性植被有利于发挥绿色廊道的生态功能,如在大气污染较强的工业区和道路绿色廊道植被设计中宜选择抗污染或能吸收有害气体的植被种^[67],而农林防护林带植被选择则需要重视不同树种生态服务功能与经济效益的结合^[68];另一方面,针对特定的环境需求和植被的生态特性,构建相对复杂的植物群落有助于提高环保廊道的功能效率和可持续性,如减小因季节变化导致的植物功能变化^[56]。此外,区域气候条件是影响植被生存和功能发挥的重要因素,这要求植物设计需遵循“适地适树”原则。

其次,本地植被种和典型群落结构在长期进化过程中形成了稳定的生态特征,适宜于本地气候土壤条件,在绿色廊道规划设计中增加本地植被种和本地特征群落结构能有效降低外来物种的入侵,维护群落结构稳定性与功能的可持续^[69-70],这对绿色廊道维持近自然特征也具有重要意义。本地特征种及典型群落的选择可参考相似生态环境的残存植被生境。

第三,廊道植被的自然化能促进其生态稳定性,维持生态恢复演替,并能降低人工维护成本。因此,增加廊道的自然成分,弱化其人为特征,促进廊道自然性应是环保廊道植被规划与管理的主要原则^[71-72]。特别是在人工影响较为强烈的城市化地区,这一措施还有助于维持和增加区域生物多样性^[9]。

此外,环保廊道植被群落结构对生态过程的响应同样需要引起足够重视。已有研究^[73-74]表明,廊道内生态过程的变化(如水文条件变化)会导致廊道的植被群落结构发生变化,进而影响廊道结构和生态功能稳定性。

(2) 廊道水平结构

廊道水平结构指廊道内植被与非植被的比例、配置方式等,是绿色廊道功能发挥地决定性要素,众多研究将其归结为植被的密度效应,即复层紧密结构的环保廊道有助于增强其过滤和消减能力^[75-76]。因此植被密度设计应是环保廊道水平结构规划设计的核心内容。但由于影响环保廊道功能的因素比较复杂,适宜植被密度设计不存在统一标准。具体规划中可参照下面的函数进行分析:

$$D_{ec} = f(p, w_{ec}, f_v, t, s)$$

式中, D_{ec} 表示环保廊道的适宜植被密度, w_{ec} 表示环保廊道的宽度, f_v 表示植被的垂直结构特征, t 表示地形特征, s 表示土壤属性。除此之外,环保廊道所处地区的气候特征、人为活动特征等都会对特定密度下环保廊道的功能产生影响,因此,在廊道水平结构规划设计中应该针对具体的环境条件具体分析。

另外,随着环保廊道的吸收分解景观流中营养物质时间的增加,环保廊道内植被的负荷也不断增加,为消除这种影响,应对环保廊道进行定期的人为管理^[77],如定期清除林地枯落物、收割草本植物等,以减少营养物质的累积效应。

2.3 休闲游憩廊道规划设计重点

作为休闲游憩活动的重要载体,休闲游憩廊道的设计首先要尊重使用者的体验。因此,干净、自然、美丽、安全、可达和适宜的开发应是休闲游憩廊道所具有的特性^[6]。要实现这些目标,休闲游憩廊道的规划设计应解决 3 个关键问题:提升休闲游憩廊道的美学特征,使廊道设计与区域风俗宗教习惯相适应,以及满足旅游活动需求。

休闲游憩廊道的美学特征主要包括沿途视域范围内植被色彩和树形的空间变化、季相变化以及与周围景观的协调性。景观评估是美学特征规划设计的重要内容,目前常用的评估方法主要有等距离专家组目视评测法、地图绘制法、模拟评价法、问卷调查法、遥感判读法等^[78],这些方法的共同点是利用被调查者(或专家)的心理感知对廊道视域景观进行评估。因此,最大可能包含多样的被调查者文化感知背景,有助于增加评估结果的代表性和真实性。但目前休闲游憩廊道规划设计对游憩者的活动特征重视不足,游憩活动特征是影响景观感知的重要因素,例如由于感知景观的速度差异,步行游憩廊道、机动车游憩廊道和河流游憩廊道中的游客对景观的视觉感知会有很大差别,因而,必须将游憩活动的特征(如旅游方式、游憩速度和季节特征等)集成到休闲游憩廊道美学设计与评估中,以更真实反映出使用者的美学体验。

休闲游憩廊道的设计应与区域风俗宗教习惯相适应,注重整合地方居民的认知及价值,能使研究者更好地理解每一个场所的特性^[24]。景观文化是地方居民在长期生产生活中形成的传承特征^[79],因此充分尊重和理解这些特征不但能促进廊道的规划实施,更能充分挖掘休闲游憩廊道的历史文化内涵,提升游憩价值。

廊道设计、旅游活动、体验设计,及旅游承载力之间的协调是休闲游憩廊道设计中的重要内容,这不仅促进休闲游憩廊道结构功能的时空连续性,增强旅游者的安全,而且有助于平衡投资与经济收益之间的比例,从而提高廊道规划建设与管理的可持续性。

综上所述,休闲游憩廊道的设计应充分尊重游憩者感知和场所特征,不但强调对廊道景观、历史、生态等价值的保护,致力于经济发展和资源保护之间的平衡,而且更加强调遵循“人本关怀”和“可持续”发展理念^[78]。因此,在参与式评估的基础上进行合理的植被设计是实现上述目标的关键途径,评估内容不仅要包括上述3个方面的内容,还应包括不同参与者对上述关键设计内容相对关系的评估。

2.4 历史文化廊道规划设计重点

历史文化廊道的核心是保存历史文化资源,并通过对资源的整合发挥其整体保护价值和教育传承价值。作为历史文化遗产保护的战略措施,历史文化廊道的规划设计应重视不同尺度上历史文化功能的整合,构建多组织层次协调的保护网络。因此,历史文化资源评估和网络体系的整合是其关键问题。

因子分析法是历史文化资源评估的重要方法,目前对历史文化价值资源的评估主要依赖于对历史和文化背景的理解。为更加全面地反映出区域历史文化景观的价值,在评估中应使评估者的历史文化背景多样化,将环境历史、文化地理和社会调查方法应用于历史文化资源评价中^[80]。此外,联合国教科文组织制定的历史文化价值评估标准^[81]也是重要的评价依据。

历史文化廊道网络体系的整合是在历史文化资源价值评估的基础上,通过文化线路规划选择,使之连接相似类型的历史文化景观的过程。因此,明确历史文化廊道的主题是历史文化廊道规划的前提。目前列入《世界遗产名录》的历史文化廊道类型主要包含交通线路、商贸线路、宗教线路和线性纪念物等^[82],可依据此分类体系,并结合历史文化资源评估结果来确定历史文化廊道的保护主题。

历史文化廊道的空间定位依赖于基于廊道主题的分类排序结果和景观要素的空间分布特征。以适宜性评价为基础的阻力面分析能把景观资源分类排序评价与景观要素空间分布特征进行整合分析^[8],是目前常用的方法。但这种评价方法会受到数据分辨率的影响,表现为对研究尺度的依赖性。而近年来以景观图论为基础的网络分析法具有不依赖研究尺度的特征,并具有简单的算法可更直观的反映景观要素之间的空间联系(景观连接度)^[83],因此它也可作为历史文化廊道的空间定位分析提供较好途径。

3 结语

本文在绿色廊道复杂性分析的基础上提出了基于结构设计和管理的绿色廊道功能类型划分体系,将绿色廊道分为生物通道、环保廊道、景观游憩廊道和历史文化廊道等4个基本类型和22个二级类型。不同于以前研究^[3,12,22-23]中对绿色廊道进行分类,该分类体系重在对其功能类型的系统分析与定位,因而它能更好地体现出绿色廊道多功能特征和多方面的结构设计需求,并可保障绿色廊道规划设计中结构功能的整体性和可持续性,更有助于建成后的绿色廊道管理与维护。在具体规划设计中,还可以在此基础上结合具体因素对绿色

廊道的功能类型体系进行更为深入的完善,这方面还需更多的规划研究来补充和验证。

绿色廊道功能类型的差异使其结构规划设计重点有所侧重,生物通道设计应重点关注廊道宽度、廊道结构和网络结构的设计,环保廊道宜重视廊道宽度和结构设计,休闲游憩廊道设计应关注美学特征、区域风俗宗教习惯和旅游活动适宜性,而历史文化廊道规划设计重点则是历史文化资源评估和网络体系的整合。同时由于绿色廊道功能受众多因素影响,不同廊道利用行为和不同区域对其功能结构的要求不尽相同,绿色廊道的规划设计不存在通用标准。例如本文中提出的绿色廊道的适宜宽度更强调它的参考价值,绿色廊道规划设计与实施应根据具体的廊道功能类型、所处区域特点和尺度规模而定,这需要重视实验数据在规划设计中的重要作用^[84]。一般来说,廊道的利用需求及研究区内气候条件、地理条件、生态环境、社会经济及人文历史状况等因子应成为绿色廊道实验调查数据的重要内容。

结构与功能的连续性是绿色廊道规划设计与管理的发展趋势^[85],在实际规划设计中通过区域需求分析可明确绿色廊道功能类型组成及其相应的结构设计要求,但关键问题在于如何协调这些不同功能类型的结构设计要求。它要求绿色廊道规划设计必须从区域可持续发展需求出发,采用“自下而上”的规划思路^[5],协调不同利益群体对绿色廊道结构功能的需求以及投资限制(如土地可获取程度、建设资金支持、廊道的维护管理费用等)^[17]。因此,广泛的参与式规划设计十分必要^[15,86],参与者的背景应尽量涵盖绿色廊道规划建设及使用的各个层次和方面,如当地居民、责任管理者、土地所有者,以及不同领域的专家等。

致谢:感谢包满珠教授和李智琦博士对本文修改的帮助。

References:

- [1] Ahern J G. Greenways as Strategic Landscape Planning: Theory and Application. Wageningen. Wageningen: Wageningen University, 2002: 1-183.
- [2] Jongman R H, Pungetti G. Ecological networks and greenways: concept, design, implementation?. Cambridge: Cambridge University Press, 2004:1-4, 34-53.
- [3] Fabos J G. Greenway planning in the United States: its origins and recent case studies. Landscape and Urban Planning, 2004, 68:321-342.
- [4] Fabos J G, Ryan R L. International greenway planning: an introduction. Landscape and Urban Planning, 2004, 68: 143-146.
- [5] Yu K, Li D, Li N. The evolution of greenways in China. Landscape and Urban Planning, 2006, 76: 223-239.
- [6] Gobster P H, Westphal L M. The human dimensions of urban greenways: planning for recreation and related experiences. Landscape and Urban Planning, 2004, 68: 147-165.
- [7] Zhu Q, Yu K J, Li D H. The width of ecological corridor in landscape planning. Acta Ecologica Sinica, 2005, 25(9): 2406-2412.
- [8] Yu K J, Li D H, Li W, Li C B, Huang G, Liu H L. Suitability analysis of heritage corridor in rapidly urbanizing region: a case study of Taizhou City. Geographical Research, 2005, 24(1):69-75
- [9] Bryant M M. Urban landscape conservation and the role of ecological greenways at local and metropolitan scales. Landscape and Urban Planning, 2006, 76:23-44.
- [10] Jim C Y, Chen W Y. Recreation-amenity use and contingent valuation of urban greenspaces in Guangzhou, China. Landscape and Urban Planning, 2006, 75:81-96.
- [11] Zhang L, Wang H. Planning an ecological network of Xiamen Island (China) using landscape metrics and network analysis. Landscape and Urban Planning, 2006, 78:449-456.
- [12] Cai C J, Zhou Z X, Chen F, Zheng Z M. The landscape patterns of the green corridors in Wuhan City, China. Acta Ecologica Sinica, 2006, 26(9):2996-3004.
- [13] Huang Y, Chen H, Huang Z J, Cai M T, Kang J S. Construction of urban green space ecosystem by using corridor network: A case study in west urban area of Dongying City, Shandong Province. Chinese Journal of Applied Ecology, 2006, 17(9):1683-1687.
- [14] Giordano L C, Riedel P S. Multi-criteria spatial decision analysis for demarcation of greenway: A case study of the city of Rio Claro, São Paulo, Brazil. Landscape and Urban Planning, 2008, 84:301-311.
- [15] Steiner F. The Living Landscape (Second Edition): an Ecological Approach to Landscape Planning. Washington: Island Press, 2000: 28-130.
- [16] Nassauer J I, Opdam P. Design in science: extending the landscape ecology paradigm. Landscape Ecology, 2008, 23:633-644.
- [17] Van Der Windt H J, Swart J A A. Ecological corridors, connecting science and politics: the case of the Green River in the Netherlands. Journal of

- Applied Ecology, 2008, 45:124-132.
- [18] Bennett A F. Linkages in the landscape: The Role of Corridors and Connectivity in Wildlife Conservation. Gland; IUCN, 2003; 1-254.
- [19] Ryan R L, Fabos J G, Allan J J. Understanding opportunities and challenges for collaborative greenway planning in New England. Landscape and Urban Planning, 2006, 76:172-191.
- [20] Opdam P, Steingrover E, Rooij S. Ecological networks: a spatial concept for multi-actor planning of sustainable landscapes. Landscape and Urban Planning, 2006, 75:322-332.
- [21] Walmsley A. Greenways: multiplying and diversifying in the 21st century. Landscape and Urban Planning, 2006, 76: 252-290.
- [22] Che S Q. Study on the green corridors in urbanized area. City Planning Review, 2001, 21(11): 44-49.
- [23] Little C E. Greenways for America. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1990: 39-136.
- [24] Zhu Q, Liu H L. The review on greenway research. Urban Problems, 2006(5):11-16.
- [25] Zhou N X, Yu K J, Huang Z F. Perspectives on greenway development. Acta Ecologica Sinica, 2006, 26(9): 3108-3116.
- [26] Meng Y F. Greenway and its planning principles. Journal of Chinese Landscape Architecture, 2004, 5:14-18.
- [27] Fabos J G. Introduction and overview: the greenway movement, uses and potentials of greenways. Landscape and Urban Planning, 1995, 33:1-13.
- [28] Smith D S. An Overview of Greenways: Their History, Ecological Context, and Specific Functions//Smith D S, Hellmund P C eds. Ecology of Greenways: Design and Function of Linear Conservation Areas. Minneapolis, MN: University of Minnesota Press, 1993: 275-288.
- [29] Saraiva M G, Pinto P, Rabaça J E, Ramos A, Revez M. Protection, Reclamation and Improvement of Small Urban Streams in Portugal//Harper D, Ferguson A J D, eds. The Ecological Basis for River Management. England, Wiley, 1995: 276-287.
- [30] Lindenmayer D B, Nix H A. Ecological principles for the design of wildlife corridors. Conservation Biology, 1993, 7:627-631.
- [31] Bennett G, Mulongoy K J. Review of Experience with Ecological Networks, Corridors and Buffer Zones. Montreal: Secretariat of the Convention on Biological Diversity, 2006: 81-93.
- [32] Caro T. Behavior and conservation: a bridge too far?. Trends in Ecology & Evolution, 2007, 22:394-400.
- [33] Harrison R L. Toward a theory of inter-refuge corridor design. Conservation Biology, 1992, 6: 293-295.
- [34] Sinclair K E, Hess G R, Moorman C E, Mason J H. Mammalian nest predators respond to greenway width, landscape context and habitat structure. Landscape and Urban Planning, 2005, 71: 277-293.
- [35] Forman R T T, Gordon M. Landscape ecology. New York: John Wiley & Sons, 1986: 121-155.
- [36] Soule M E, Gilpin M E. The theory of wildlife corridor capability//Saunders D A, Hobbs R J eds. Nature Conservation 2: The Role of Corridors. Chipping Norton, Australia: Surrey Beatty and Sons, 1991: 299-311.
- [37] Lees A C, Peres C A. Conservation value of remnant riparian forest corridors of varying quality for Amazonian birds and mammals. Conservation Biology, 2008, 22: 439-449.
- [38] Andreassen H P, Halle S, Ims R A. Optimal width of movement corridors for root voles: not too narrow and not too wide. Journal of Applied Ecology, 1996, 33: 63-70.
- [39] Pardini R, De Souza SM, Braga-Neto R, Metzger J P. The role of forest structure, fragment size and corridors in maintaining small mammal abundance and diversity in an Atlantic forest landscape. Biological Conservation, 2005, 124: 253-266.
- [40] Falcó M R, Estades C F. Effectiveness of corridors relative to enlargement of habitat patches. Conservation Biology, 2007, 21:1341-1346.
- [41] Fahrig L. Non-optimal animal movement in human-altered landscapes. Functional Ecology, 2007, 21(6):1003-1015.
- [42] Harvey C A, Medina A, Sanchez D M, Vilchez S, Hernández B, Saenz J C, Maes J M, Casanoves F, Sinclair F L. Patterns of animal diversity in different forms of tree cover in agricultural landscapes. Ecological Applications, 2006, 16: 1986-1999.
- [43] Haddad N M, Tewksbury J J. Low-quality habitat corridors as movement conduits for two butterfly species. Ecological Applications, 2005, 15: 250-257.
- [44] Hobbs R J. The role of corridors in conservation: solution or bandwagon? Trends in Ecology and Evolution, 1992, 7:389-392.
- [45] Chetkiewicz C L B, Clair C C S, Boyce M S. Corridors for conservation: integrating pattern and process. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics, 2006, 37:317-342.
- [46] Scott J M, Davis F, Csuti B, Noss R, Butterfield B, Groves C, Anderson H, Caicco S, D'Erchia F, Edwards Jr T C, Ulliman J, Wright R G. Gap analysis: a geographic approach to protection of biological diversity. Wildlife Monographs, 1993, 123: 3-41.
- [47] Virolainen K M, Ahlroth P, Hyvärinen E, Korkeamäki E, Mattila J, Päivinen J, Rintala T, Suomi T, Suhonen J. Hot spots, indicator taxa, complementarity and optimal networks of taiga. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences, 2000, 267: 1143-1147.
- [48] Olson D M, Dinerstein E. The Global 200: a representation approach to conserving the Earth's most biologically valuable ecoregions. Conservation Biology, 1998, 12: 502-515.
- [49] Linehan J, Gross M, Finn J. Greenway planning: developing a landscape ecological network approach. Landscape and Urban Planning, 1995, 33:

- 179-193.
- [50] Urban D, Keitt T. Landscape connectivity: a graph-theoretic perspective. *Ecology*, 2001, 82: 1205-1218.
- [51] Rozenfeld A F, Arnaud-Haond S, Hernandez-Garcia E, Eguíluz V M, Serrão E A, Duarte C M. Network analysis identifies weak and strong links in a metapopulation system. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2008, 105:18824-18829.
- [52] Bodin O, Norberg J. A network approach for analyzing spatially structured populations in fragmented landscape. *Landscape Ecology*, 2007, 22:31-44.
- [53] Schmitt T J, Dosskey M G, Hoagland K D. Filter strip performance and processes for different vegetation, widths, and contaminants. *Journal of Environmental Quality*, 1999, 28: 1479-1489.
- [54] Mayer P M, Reynolds Jr S K, McCutchen M D, Canfield T J. Meta-analysis of nitrogen removal in riparian buffers. *Journal of Environmental Quality*, 2007, 36:1172-1180
- [55] Wang L M, Wang Y H. Research and application advances on vegetative filter strip. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2008, 19(9): 2074-2080.
- [56] Syversen N. Cold-climate vegetative buffer zones as pesticide-filters for surface runoff. *Water Science and Technology*, 2005, 51:63-71.
- [57] Li H E, Zhang Y P, Cai M, Wang Q H, Li Y. Quantitative calculation methods for vegetative filter strips. *Chinese Journal of Ecology*, 2006, 25(1):108-112.
- [58] Mander U, Hayakawa Y, Kuusemets V. Purification processes, ecological functions, planning and design of riparian buffer zones in agricultural watersheds. *Ecological Engineering*, 2005, 24: 421-432.
- [59] Forman R T T, Alexander L E. Roads and their major ecological effects. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 1998, 29: 207-231.
- [60] Faloon R, Longthorne J, Eddis R. Design and construction of the Toome bypass, Northern Ireland. *Municipal Engineer*, 2005, 158: 207-215.
- [61] Schoonover J E, Williard K W J, Zaczek J J, Mangun J C, Carver A D. Agricultural sediment reduction by giant cane and forest riparian buffers. *Water, Air, and Soil Pollution*, 2006, 169: 303-315.
- [62] Liu X, Zhang X, Zhang M. Major Factors influencing the Efficacy of Vegetated Buffers on Sediment Trapping: A Review and Analysis. *Journal of Environmental Quality*, 2008, 37:1667-1674.
- [63] Wang M, Wu J Q, Huang S F, Wu J. Effects of slope and width of riparian buffer strips on runoff purification. *Acta Ecologica Sinica*, 2008, 28(1): 4951-4956.
- [64] Rong B L, Sun Y F, Deng H B, Wu G. On connotation and planning method of protection line & control line for water environmental management under watershed scale. *Acta Ecologica Sinica*, 2009, 29(10):924-930.
- [65] Sovik A K, Syversen N. Retention of particles and nutrients in the root zone of a vegetative buffer zone-effect of vegetation and season. *Boreal Environment Research*, 2008, 13: 223-230.
- [66] Bratieres K, Fletcher T D, Deletic A, Zinger Y. Nutrient and sediment removal by storm water biofilters: A large-scale design optimisation study. *Water Research*, 2008, 42:3930-3940.
- [67] Zhou Z X, Shao T Y, Wang P C, Gao C, Xu Y R, Guo E X, Xu L H, Ye Z Q, Peng X M, Yu C J. The spatial structures and the dust retention effects of green-land types in the workshop district of Wuhan Iron and Steel Company. *Acta Ecologica Sinica*, 2002, 22(12):2036-2040.
- [68] Kasolo W K, Temu A B. Tree species selection for buffer zone agroforestry: the case of Budongo Forest in Uganda. *International Forestry Review*, 2008, 10(1):52-64.
- [69] Brothers T S, Spingarn A. Forest fragmentation and alien plant invasion of central Indiana old-growth forests. *Conservation Biology*, 1992, 6: 91-100.
- [70] Didham R K, Tylianakis J M, Gemmell N J, Rand T A, Ewers R M. Interactive effects of habitat modification and species invasion on native species decline. *Trends in Ecology & Evolution*, 2007, 22: 489-496.
- [71] Hess G R, Dixon K, Woltz M. State of Open Space 2000: The Status of the Triangle's Green Infrastructure. Raleigh, NC: Triangle Land Conservancy, 2000: 1-24.
- [72] Nasi R, Koponen P, Poulsen J, Buitenzorg M, Rusmantoro W. Impact of landscape and corridor design on primates in a large-scale industrial tropical plantation landscape. *Biodiversity and Conservation*, 2008, 17: 1105-1126.
- [73] Zhao Z Y, Wang R H, Sun H B, Zhang H Z. Ecological assessment on vegetation restoration of down reach of Trim River. *Chinese Science Bulletin*, 2006, 51(zk2):31-35.
- [74] Pakeman R J, Leps J, Kleyer M, Sandra L, Eric G, VISTA consortium. Relative climatic, edaphic and management controls of plant functional trait signatures. *Journal of Vegetation Science*, 2009, 20:148-159.
- [75] Danielsen F, Sorensen M K, Olwig M F, Selvam V, Parish F, Burgess N D, Hiraishi T, Karunakaran V M, Rasmussen M S, Hansen L B, Quarto A, Suryadiputra N. The Asian tsunami: a protective role for coastal vegetation. *Science*, 2005, 310(5748):643.

- [76] Zhang Q F, Zheng S J, Xia L, Wu H P, Zhang M L, Li M S. Noise-reduction function and its affecting factors of urban plant communities in Shanghai. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2007, 18(10): 2295-2300.
- [77] Zhang J C, Peng B Z. Study on riparian zone and the restoration and rebuilding of its degraded ecosystem. *Acta Ecologica Sinica*, 2003(1), 23: 56-63.
- [78] Yu Q, Wu B H, Liu Z M, Hu X D, Chen L L. Literature review on scenic byway research and planning practice. *Geographical Research*, 2007, 26(6): 1274-1284.
- [79] Xiao D N, Xie F J, Wei J B. Assessment on landscape value and protection. *Scientia Geographica Sinica*, 2006, 26(4): 506-512.
- [80] Ribeiro L, Barao T. Greenways for recreation and maintenance of landscape quality: five case studies in Portugal. *Landscape and Urban Planning*, 2006, 76: 79-97.
- [81] UNESCO. Operational Guidelines for the Implementation of the World Heritage Convention. Paris: UNESCO, 1999: 1-290.
- [82] Zhang S, Miu J. A regional protection strategy to cultural routes//China Association of City Planning ed. *Proceedings of Annual National Planning Conference*, 2007: 2159-2163.
- [83] Urban D L, Minor E S, Treml E A, Schick R S. Graph models of habitat mosaics. *Ecology Letters*, 2009, 12: 260-273.
- [84] Fu B, Lu Y, Chen L. Expanding the bridging capability of landscape ecology. *Landscape Ecology*, 2008, 23: 375-376.
- [85] Opdam P, Verboom J, Pouwels R. Landscape cohesion: an index for the conservation potential of landscapes for biodiversity. *Landscape Ecology*, 2003, 18: 113-126.
- [86] Ahern J. Greenways as a planning strategy. *Landscape and Urban Planning*, 2006, 33: 131-155.

参考文献:

- [7] 朱强, 俞孔坚, 李迪华. 景观规划中的生态廊道宽度. *生态学报*, 2005, 25(9): 2406-2412.
- [8] 俞孔坚, 李伟, 李迪华, 李春波, 黄刚, 刘海龙. 快速城市化地区遗产廊道适宜性分析方法探讨——以台州市为例. *地理研究*, 2005, 24(1): 69-76.
- [12] 蔡婵静, 周志翔, 陈芳, 郑忠明. 武汉市绿色廊道景观格局. *生态学报*, 2006, 26(9): 2996-3004.
- [13] 黄艺, 陈晖, 黄志基, 蔡满堂, 康俊水. 利用廊道网络构建城市绿地生态系统——以东营市西城区为例. *应用生态学报*, 2006, 17(9): 1683-1687.
- [22] 车生泉. 城市绿色廊道研究. *城市规划*, 2001, 21(11): 44-49.
- [24] 朱强, 刘海龙. 绿色通道规划研究进展评述. *城市问题*, 2006(5): 11-16.
- [25] 周年兴, 俞孔坚, 黄震方. 绿道及其研究进展. *生态学报*, 2006, 26(9): 3108-3116.
- [26] 孟亚凡. 绿色通道及其规划原则. *中国园林*, 2004, 5: 14-18.
- [55] 王良民, 王彦辉. 植被过滤带的研究和应用进展. *应用生态学报*, 2008, 19(9): 2074-2080.
- [57] 李怀恩, 张亚平, 蔡明, 王清华, 李越. 植被过滤带的定量计算方法. *生态学杂志*, 2006, 25(1): 108-112.
- [63] 王敏, 吴建强, 黄沈发, 吴健. 不同坡度缓冲带径流污染净化效果及其最佳宽度. *生态学报*, 2008, 28(10): 4951-4956.
- [64] 荣冰凌, 孙宇飞, 邓红兵, 吴钢. 流域水环境管理保护线与控制线及其规划方法. *生态学报*, 2009, 29(2): 924-930.
- [67] 周志翔, 邵天一, 王鹏程, 高翊, 徐永荣, 郭尔祥, 徐隆辉, 叶贞清, 彭行梅, 于春杰. 武钢厂区绿地景观类型空间结构及滞尘效应. *生态学报*, 2002, 22(12): 2036-2040.
- [73] 赵振勇, 王让会, 孙洪波, 张慧芝. 塔里木河下游输水廊道植被恢复的生态学评价. *科学通报*, 2006, 51(zk2): 31-35.
- [76] 张庆费, 郑思俊, 夏樵, 吴海萍, 张明丽, 李明胜. 上海城市绿地植物群落降噪功能及其影响因子. *应用生态学报*, 2007, 18(10): 2295-2300.
- [77] 张建春, 彭补拙. 河岸带研究及其退化生态系统的恢复与重建. *生态学报*, 2003, 23(1): 56-63.
- [78] 余青, 吴必虎, 刘志敏, 胡晓冉, 陈琳琳. 风景道研究与规划实践综述. *地理研究*, 2007, 26(6): 1274-1284.
- [79] 肖笃宁, 解伏菊, 魏建兵. 景观价值与景观保护评价. *地理科学*, 2006, 26(4): 506-512.
- [82] 张松, 缪洁. 文化线路保护的区域性策略探讨//中国城市规划学会主编. *和谐城市规划——2007 中国城市规划年会论文集*, 2007: 2159-2163.