

增加城市绿色基础设施连通性的方法探讨

廖娟

四川省大卫建筑设计有限公司

摘要：本文以城市绿色基础设施如何高效缓解城市与环境的矛盾为切入点，在城市规划建设实践中归纳出城市绿色基础设施建设所遇到的困境，制约其功能发挥的因素。并结合景观生态学理论，探索出城市绿色基础设施在城市规划建设中如何从廊道、跳点和场地切入，增加其连通性的方法，从而更加高效地发挥其生物功能，以期缓解城市与环境的矛盾，为城市建设者提供切实可行的思路和办法。

关键词：城市绿色基础设施；生态环境；连通性；城市规划

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.02.004

一、引言

随着我国城镇化率地不断提高，城市空间和城市人口也在不断拓展和增长，城市与环境的矛盾日益加剧，简单化地扩大基础设施规模，沿用传统方法技术，一方面，难以满足需求；另一方面，则对自然生态系统带来了更大规模的破坏¹。从2020年发布的市级国土空间规划编制指南中可见，国家进一步强化了对构建生态保护格局和生态网络体系，提升和改善生态系统服务功能以及生态空间管控的相关要求²。起源于20世纪美国的绿色基础设施（Green Infrastructure，简称GI），随着其在国内外对GI的理论研究和在工程实践中的应用，GI已经逐步成为缓解城市与环境矛盾的关键理论与方法，在新时代国土空间规划背景下将会得到更多地关注和应用。

GI较为正式的定义，是在1999年8月，美国保护基金会（The Conservation Fund）和农业部林业局（The conservation Fund and the USDA Forest Service）组织的“GI工作小组”提出的：“GI是国家自然生命保障系统，是一个由下述各部分组成的相互联系的巨大网络，这些要素有水系、湿地、林地、野生生物的栖息地以及其他自然区；绿道、公园以及其他自然环境保护区；农场、牧场和森林；荒野和其他支持本土物种生存的空间，它们共同维护自然生态进程，长期保持洁净的空气和水资源，并有助于社区和人群提高健康状态和生活质量。³”

（一）GI的生态功能及其影响因素

GI核心功能有生物功能、非生物功能和文化功能。具体来讲，在中观尺度上，GI是基础设施化的绿色空间，不同于传统的城市绿地系统，它具有广泛的缓解城市洪涝灾害、控制水质污染、恢复城市生境、提高空气质量和缓解城市热岛等基础性生态服务，同时提供游憩、审美、文化与精神启发等层面的人居环境服务。在微观尺度和技术层面，GI是以绿色技术为手段对场地进行人居环境综合设计，以恢复完善生态系统服务⁴。

其中GI提供的生态系统方面的服务，在较大程度上

依赖于其空间上的特征，即形成跨尺度、多层次，相互连接的绿色网络结构。从生态学的角度讲，在连续的绿色空间中，才能实现生物流，信息流、能量流等，保障生物的多样性和生态系统的稳定。GI的连通性是其生态功能，缓解城市与环境矛盾的重要条件。这种连续地空间特征在区域尺度，即大面积的无人区是自然形成地；在市郊、乡村等区域也相对容易实现；但在人类高密度集聚的城市中实现则较为困难。

（二）城市GI的构成要素及其特点

城市GI的基础网络由网络中心、廊道、场地等构成⁵，结合工程实践和生态学观点增加生态跳点，共四个部分共同形成构成城市GI，一起发挥GI的功能，如图1.1所示。本文将针对制约城市GI生态功能发挥的连通性进行研究，提出针对不同的城市GI可优化设计的方法，以此增加其连通性，进而帮助GI生态功能的发挥，缓解城市与环境的矛盾。

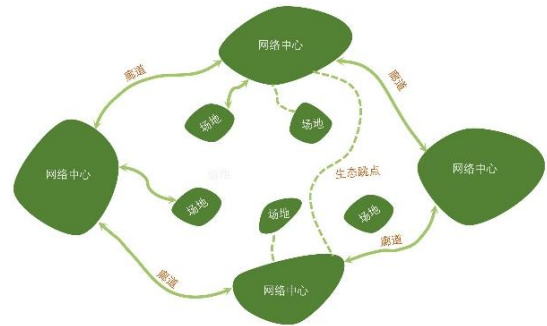


图 1.1

二、廊道纳入城市规划系统

廊道是GI网络中，连接网络中心的线性绿色通道，是整合整个生态系统的纽带。城市或社区廊道的数量、类型与连通度决定了城市GI网络生态功能能否最大化发挥。城市内不同层级的生态廊道将公园、保护用地及自然区域连接起来，为动物生存繁衍提供了充足的迁移途径。且大尺度廊道连通了城市GI与城郊GI，将会在区域甚至更大的尺度上发挥其生态价值。城市中心区域的网络中心有：城市公园、动植物园、城市湖泊、社区公园、社区墓地、园林、大尺度草坪、小尺度林地、未开发保留地块等。城郊的网络中心有自然景区与保护区、农田、重要水库、大型湿地、森林、山体等。

加强城市GI的连通性，首要方法就是建设足够多、足够有工作效率的廊道。但无论是传统的城市规划，还是新时代背景下的国土空间规划，在城市层面，GI都不是传统的、约定俗成的专项规划或必须独立成章地规划对象，其地位比较尴尬。针对此种GI在城市规划实践中的困境，我们可以将城市GI的规划与城市绿地系统的规划、城市灰色基础设施的规划紧密结合，以期在城市尺度推动GI的发展建设。

（一）城市GI与绿地系统结合

城市绿地系统规划是指在充分认识自然条件、自然植被及地方性园林植物特点的基础上，从城市实际情况出发，根据国家相关标准与城市性质、发展目标，将各级各类绿地按合理的规模、位置及空间结构形式进行布置⁶。

虽然GI与绿地系统有区别，但在城市空间中，GI与绿地系统有一定程度的重合，GI可以部分附着于绿地系统，借助绿地系统的连续性，增强自身的连通性，达到加强GI的生态功能的目的。城市GI更多地强调城市内部之间以及城市与区域之间的绿色资源的系统关联与连通，追求城市经济发展与生态安全并重，在城市生态化目标上更为明确，方法上更为实际⁷。

其中绿地系统中河流和绿廊具有典型的线性形态特征，非常有利于GI连通性的提高。在城市规划时除了尊重原有河道及其附属绿地，更应该利用其连续不断的性质，规划设计供生物穿行的廊道，保持其生态系统的多样性，尤其应该利用河道的连续性，将城市GI接入区域GI网络，如图2.1.所示。

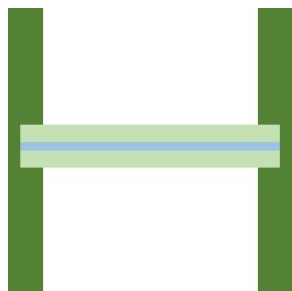


图 2.1

城市规划中的绿廊，虽然其最初的规划意图更多地是为城市提供绿色的公共空间，有更为明显地社会属性，但其连续地形态特征客观上形成了贯穿城市、连续不断的通道，属于城市公共空间与GI重叠的部分。城市规划工程实践中应充分利用，在提供城市公共空间的同时赋予其GI的功能。

（二）城市GI与灰色基础设施结合

灰色基础设施是指道路、桥梁、隧道、管道、机场等。灰色基础设施注重经济目标，结构比较单一。从概念上来讲，灰色基础设施是GI的对立面，但灰色基础设施保障了城市正常且高效的运行，在规划中必不可少。

在城市中灰色基础设施所占面积比例非常高，如果将部分灰色基础设施绿色化，城市GI的覆盖面积将会非常可观，大大加强城市GI的生态功能。且灰色基础设施中的交通设施，如城市快速路，高架桥、城市环路等，虽然其割裂了城市中部分城市GI，但其具有线性的形态特点，如果此部分设施全部或部分绿色化，将不仅加大城市GI的体量，更会将城市中多数的场地联系起来，城市GI的连通性将大大加大，其生态价值将会指数级上升。

灰色基础设施部分绿色化的方法有给线性灰色基础设施两侧增加线性绿廊，将部分灰色设施铺地材质替换为环境低冲击的如各种透水材质，在不同高程上不阻碍灰色基础设施的情况下增加绿色基础设施，如图2.2所示。

示。

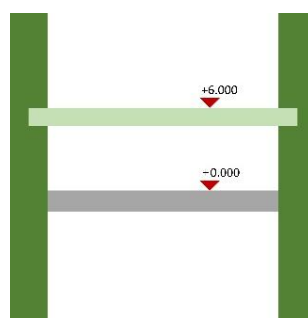


图 2.2

特别著名的纽约高线公园，将原有的高架铁轨改造成带状公园，公园下方是穿行的城市交通空间，公园除了提供人步行和休憩等活动的空间，也提供了生物长达几公里的具有连续性的生活空间⁹，只要将公园的出入口接入更大的城市GI，就大大地增加了连通性。这种形式的GI连通性，不影响城市的规划布局和连续性，是充分利用GI与城市空间在不同高程上重叠后的效果。

三、跳点的建设

生态跳点也叫踏脚石（stepping stone）系统，是指网络中心或廊道无法连通的情况下，为动物迁移或人类休憩而设立的生态节点，是对网络中心和廊道的补充。生态跳点不同于网络中心与廊道，其在尺度上小于廊道，在作为通道的功能上弱于廊道，甚至并不连通，其只能是在没有廊道或廊道断开时，动物迁移临时选择的路径或生态过程临时处理的设施。

相较于廊道与绿地系统的紧密联系，且在工程实践中的大量实践和运用，跳点则较为陌生。其多数时候尺度非常小，且并没有在物理上真正地连通，所以在以往的绿地系统规划、GI规划建设等工程实践中，较少被关注。然而城市越是密集，其土地利用率越高，原本生态系统或绿地则被割裂得更为严重，没有廊道相连的网络中心或场地的数量非常大，因此加强其生态功能的跳点则显得尤为重要。

（一）跳点形式的多样化

我们熟知的跳点通常有：公路与街道旁的行道树或树阵，广场街旁绿地内的绿色景观设施，建筑周边绿地，屋顶绿化，垂直绿化等。随着工程实践，跳点的形式可以更加多样：私家阳台绿化、废弃城市用地的绿色化、棕地的绿色化等等。在建设此类项目时引入GI建设的思路，可以将其纳入城市GI的跳点系统，发挥其生态功能。

（二）沿城市线性空间布局跳点

城市GI规划前，对城市现有GI的网络中心、场地和可发展成为以上要素的城市土地进行全面地调研和研究，再结合此类土地或设施高效率布局跳点。跳点对于连通网络中心、场地，尤其是场地起着至关重要的作用。因此调研现有的城市GI网络中心、场地和有潜力成为以上要素的对象非常重要，使得跳点的布局更加有的放矢。

此外利用城市线性基础设施的空间特性，布局跳点是能够在同样体量下连接更多的场地的巧妙办法。如沿

城市道路种植可以连成线的行道树，沿高架设施两侧布局跳点等。虽然此类跳点面积不大，但因为是附着在城市原有线性空间两侧，会穿过城市内的大小空间，其连接不同场地的效率非常之高。此外，因为此种方法附着于城市灰色基础设施，对城市形态、城市交通等都不会有影响。

（三）利用城市线性空间将跳点转变为廊道

由定义可知，跳点是在城市高度开发无法形成廊道时，作为廊道的补充，不得已而为之的建设GI的方法，因此如果能够通过技术手段将跳点转化为廊道，其对网络中心、场地的连通性效率将提高不少。

城市线性空间两侧绿化带容器少选独立花箱，尽量设计连通的种植容器。城市线性空间，如城市快速路、高架桥等连续不断的城市线性空间，长达几十公里，通常在两侧设有绿化隔离带，连通的种植容器，比独立的花箱更具有连通性。

城市地面无法连通，但种植有高大乔木等形成跳点的空间，可以在高于人类高频活动的标高建造连通性生物通道，将跳点转变为廊道。在树与树之间搭建生物廊道，设计微型的生物穿梭容器，可以将长达几十、几百公里的城市道路两侧种植的植物带形成地跳点转变为廊道。

四、增加场地连通性的方法

与其他GI连接非常少或几乎没有连接的绿色地块称之为场地，而连通性却是GI最重要的特征，也是其发挥生态功能的要点。因此场地必须加强其与其他城市GI的联系，甚至将其转变为网络中心，最终形成四通发达，连通度非常之高的城市GI网络，如图4.1所示。

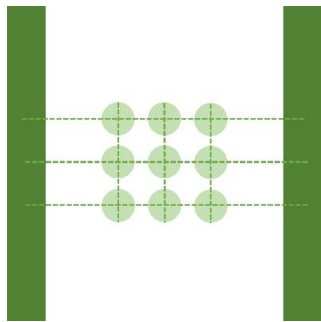


图 4.1

（一）增加场地面积和生境复杂程度

工程实践中场地出现的理由通常是城市的边角废弃土地做成了绿化空间，而其所在的城市空间恰好与其他城市GI缺乏联系，才成了联系较少的场地。而从城市GI的角度出发，场地最合理的布局是尽量接近网络中心、廊道或跳点，以期在可能的情况下建立联系，摆脱其生态上极其脆弱的特点，尽可能得发挥生态价值。上述在城市规划中的实际情况，使得场地的位置无法选择，因此工程实践中建议增加场地面积和生境复杂程度，使其自身具有一定的生态稳定性，能够抵御一定的外界干扰。

（二）利用飞行生物为场地配置跳点

在场地位置固定地情况下，可以借助增加跳点的方式使场地与其他城市GI取得联系。改善飞行生物在城市

的生存环境是非常有效地增加场地连通性的方法。

由于人的活动能力受限，非常容易忽视飞行生物在城市的活动与其活动对城市GI连通性的影响。因为飞行生物的生活特点，其不需要搭建实体的生物通道，就可以穿梭与网络中心与场地，对城市人类活动的影响非常小。大部分场地都可以在飞行生物，比如鸟类、蝙蝠等的帮助下实现连通。因此建议在场地、建筑物、构筑物、网络中心等地方建造飞行生物落脚点，借此就建立了对场地非常重要的跳点，大大增加了场地的连通性，也会提高其生态系统的稳定性，从而使其发挥更大地生态价值。

五、结语

本文探讨城市尺度下中观和微观层面，城市GI如何增加连通性帮助城市GI发挥其生物功能的多种方法。本文的研究方向偏向城市GI，且聚焦于中观和微观层面，总结出的方法和技术手段更偏向工程实践，适用于城市规划和设计中聚焦城市与社区尺度GI网络构建的项目。但城市GI或者GI可以在更大尺度下，如城市与城市之间、城市与区域之间等宏观尺度下，通过增加连通性等手段，发挥GI更为强大的功能，也使得GI从微观、中观到宏观形成完成的闭环¹⁰。因此在城市GI增加连通性的方法使用过程中，不能局限与中小尺度，也需要在更大的尺度下研究和评估城市GI规划建设成果。

参考文献

- [1] Greening of Cities. International workshop on Green Urban Infrastructure [EB/OL]. International workshop on Green Urban Infrastructure. (2012) [2013-01-08]. <http://www.greeningofcities.org/wp-login.php>.
- [2] 刘贵利, 郭健, 江河. 国土空间规划体系中的生态环境保护规划研究[J]. 环境保护, 2019, 47(10): 33-38.
- [3] Benedict M A; McMahon E T. Green infrastructure [J]: Island; Washington; DC; 2006
- [4] 栾博, 柴民伟, 王鑫. 绿色基础设施研究进展[J]. 生态学报, 2017, 37(15): 5246-5261.
- [5] 马克·A. 贝内迪克特, 爱德华·T. 麦克马洪. 绿色基础设施: 连接景观与社区[M]. 黄丽玲等译. 北京: 中国建筑工业出版社, 2010
- [6] 杨瑞卿, 陈宇. 城市绿地系统规划[M]. 重庆: 重庆大学出版社, 2010: 85-86.
- [7] 官聪. 绿色基础设施导向的城市公共空间系统规划研究[D]. 东南大学, 2019.
- [8] 翟俊. 协同共生: 从市政的灰色基础设施、生态的绿色基础设施到一体化的景观基础设施[J]. 规划师, 2012, 28(09): 71-74.
- [9] 林箐. 缝合城市——促进城市空间重塑的交通基础设施更新[J]. 风景园林, 2017, (10): 14-26.
- [10] 周艳妮, 尹海伟. 国外绿色基础设施规划的理论与实践[J]. 城市发展研究, 2010, 17(08): 87-93.

作者简介: 廖娟, 1989.03, 女, 汉, 四川成都人, 工程师, 硕士研究生, 四川省大卫建筑设计有限公司, 研究方向: 城市规划 绿地系统规划 城市设计。