

文章编号: 1000-5862(2021)03-0246-09

# 城市绿色基础设施: 概念、分类及其价值

江文华<sup>1</sup>, 魏合义<sup>1, 2\*</sup>

(1. 江西师范大学地理设计研究中心, 江西 南昌 330022; 2. 香港中文大学地理与资源管理学系, 香港 沙田 999077)

**摘要:** 该文系统综述了绿色基础设施的起源与发展、构成与分类。通过文献研究系统梳理了绿色基础设施在保护生态系统、提供生态服务、发挥文化价值以及协同效应等方面的内容。最后, 依据中国绿色基础设施的研究和实践现状, 提出针对性的发展目标和规划路径。

**关键词:** 绿色基础设施; 起源与分类; 实践价值

**中图分类号:** TU 984    **文献标志码:** A    **DOI:** 10.16357/j.cnki.issn1000-5862.2021.03.05

## 0 引言

城市化进程的不断推进, 引发了一系列诸如栖息地破碎化与丢失、生物多样性降低以及大气污染加重等生态环境问题<sup>[1-6]</sup>。随着城市边界的无限蔓延, 城市建设不断吞噬着原始植被、农田和水域, 消耗了大量的绿色空间与土地资源。与此同时, 原始生态系统的破坏加剧了城市生态环境系统的脆弱性, 对社会经济造成了一系列负面影响。在以往时代中, 以人为中心的城市建设模式较难实现“开发”与“保护”的有机融合。当前, 维持自然资源(包含空间)的永续利用以及调节自然供给与人类需求之间的平衡关系已经成为城市与区域发展的重要议题<sup>[7-10]</sup>。

2018 年 3 月, 国务院成立中国自然资源部来监督与实施全新的国土空间规划体系<sup>[11]</sup>, 当前国土空间总体规划编制尚处于实践探索阶段, 但其中“生态优先”和“多规合一”被确定为基本原则, 这将为我国绿色基础设施规划体系建设提供有利的政策支撑和实施依据。

## 1 绿色基础设施研究概况

### 1.1 绿色基础设施的概念与起源

绿色基础设施(Green Infrastructure, 简称 GI)是近年来的热点研究议题, 但其概念却由来已久<sup>[12]</sup>。

随着人们对生态环境问题的日益重视, GI 在保护生态系统的价值和功能上开始得到了广泛认同。最初的环境修复与治理到人类与土地、自然关系的研究, GI 规划已经逐渐成为一种指导土地利用方式的科学手段。许多研究者为其基本理论、研究方法和应用价值进行了探索, 现 GI 已成为在人居环境领域中的研究热点之一。因为 GI 概念和理论均起源于西方国家, 故本文主要对北美、英国及几个其他欧洲国家的绿色基础设施进行追溯分析。

1.1.1 北美地区相关研究 北美地区对 GI 的研究成果相当丰富, 但侧重点各自稍有不同。1999 年 5 月, 在美国持续发展委员会发布的报告中, 将 GI 确立为社区持续发展的战略之一<sup>[13]</sup>, 并认为 GI 能够评估自然资源系统的生态、社会和经济价值, 以及指引土地利用与开发模式实践<sup>[14]</sup>。1999 年 8 月, 为了将 GI 纳入政府计划体系中, 美国保护基金会和农业部森林管理局组织有关政府机构和专家成立了“GI 工作小组”, 对 GI 进行了首次定义<sup>[14]</sup>, 其定义为“国家的自然生命支持系统, 由公园、森林、农场、湿地、绿道、水道以及其他保护区域组成的连接网络”<sup>[15]</sup>。2001 年, 马兰里州的绿图计划(Maryland's Green Print Program)以 GI 为导向的具体规划方法、导则的积极探索被认为是近年来绿色基础设施规划实践的经典案例<sup>[16]</sup>。为了对具有重要栖息功能的林地、沼泽和草甸不断消失进行回应, 马兰里州政府设立了一系列的土地保护计划用于保护生态资源, 降低因

收稿日期: 2020-12-04

基金项目: 国家自然科学基金(31860233, 51579182)资助项目。

通信作者: 魏合义(1982—), 男, 河南太康人, 讲师, 博士, 主要从事数字技术在景观、城市及资源管理中的理论研究。

E-mail: weihy@whu.edu.cn

土地破碎化所带来的不利影响. 通过对全州范围内绿色基础设施进行综合评估, 明确应保护哪些高生态敏感性的土地. 该计划为核实潜在的优先保护地提供了有力工具<sup>[17]</sup>.

自此, 对 GI 概念的讨论在美国、加拿大等地均广泛开展. 美国政府成立了专门工作组研究 GI 相关的问题<sup>[14]</sup>. 主要形成了 2 类 GI 设计规划方法: 1) 由大自然保护协会提出的“SITFS”方法; 2) 通过使用 GIS 模型进行 GI 网络设计. 一般采用如下 5 个基本步骤<sup>[18]</sup>: (i) 设定网络设计目标; (ii) 确定目标采集与处理数据; (iii) 明确并连接 GI 网络; (iv) 设置优先级; (v) 反馈与调整.

加拿大将 GI 定义为基础设施的生态化, 其是指以生态化手段来治理基础设施建设而造成的问题. 2001 年, 为对基础设施建设进行可持续性规划, S. Moffatt 编写了《加拿大绿色基础设施导则》, 主要说明了 GI 的特征、规划实践以及福祉等, 对加拿大 GI 规划与建设实践起重要作用<sup>[19]</sup>.

1.1.2 英国及其他欧洲地区相关研究 英国在不同历史时期内的城市绿地实践反映出英国 GI 演进的历程. 1935 年大伦敦区域规划委员会提出大都市的绿化地带方案用以控制城镇蔓延, 现在证明是能够有效地改善农村和城镇居民的生活质量的. 1940—1990 年, 通过连接现有公园和外围绿带形成网络化公园系统<sup>[20]</sup>. 其中典型的案例是伦敦东部绿网的构建. 该实践通过增加绿地与开放空间, 将城市中心、工作区、居住地、交通连接起来, 形成一个自然、相互联系的绿色公共空间网络<sup>[21]</sup>. 其中英国纽卡斯尔-盖茨赫德 GI 规划现已成为英国城市战略规划的典范<sup>[22]</sup>.

自 20 世纪 90 年代末以来, 欧洲在绿色基础设施中的规划实践逐渐增多<sup>[23]</sup>. 德国侧重保护自然和生物多样性<sup>[24-25]</sup>, 围绕 GI 的基本理念和规划方法进行了诸多实践<sup>[26]</sup>, 形成了较为完善的 GI 空间规划体系. 在尺度上, GI 规划实现了跨区域的管制; 在功能上, GI 强调“多功能性”, 包括保护和治理自然环境、不断提升优化生态服务和社会功能<sup>[27]</sup>. 法国的绿色基础设施体现在对生物多样性问题的关注, 并通过城市绿色基础设施来解决城市环境的可持续发展问题<sup>[28]</sup>. 巴黎作为欧洲人口密度最高的城市, 其绿色基础设施的实践具有借鉴意义. 在 GI 构建上, 对现有的绿色空间资源挖掘, 并通过传统绿化方式与交通基础设施结合、建设用地绿化等措施最大限度地增加自然空间, 对促进城市生物多样性、应对城市气候问题等方面进行了积极有效地探索<sup>[29]</sup>.

1.2 中国理论研究现状

以“绿色基础设施”为关键词在中国知网 (CNKI) 数据库中进行检索, 得到学术论文 2 562 篇 (见表 1). 其中有研究论文 579 篇、资讯 22 篇、综述 7 篇. 按研究主题检索主要发表于《风景园林》《中国园林》《Urban Forestry and Urban Greening》《Sustainability》《Science of the Total Environment》等期刊. 从时间序列上看, 21 世纪初 GI 概念在中国开始出现, 初期的探索主要集中在生态基础设施理论体系与构建方面; 从 2009 年以来, 相关研究文献开始持续增多 (见图 1). 研究内容主要集中在综述国外 GI 概念与理论发展、探讨 GI 规划与评价方法等方面, 其中多数关注大尺度的理论研究, 较少见中小尺度的实践性研究成果.

表 1 “绿色基础设施”研究与期刊分布统计

期刊或出版物	数量/篇	占比/%
风景园林	75	9.57
中国园林	71	9.06
Urban Forestry and Urban Greening	65	8.29
Sustainability	55	7.02
Science of the Total Environment	46	5.87
Landscape and Urban Planning	42	5.36
The Military Engineer	30	3.83
北京林业大学学报	28	3.57
Journal of Enviromental Management	26	3.32
哈尔滨工业大学学报	25	3.19
Water	25	3.19
建筑与文化	24	3.06
景观设计学	23	2.93
浙江农林大学学报	23	2.93
Ecological Engineering	20	2.55
华中科技大学学报	18	2.30
Land Use Policy	15	1.91
Landscape Research	15	1.91
Journal of Cleaner Production	15	1.91
Urban Ecosystems	15	1.91
Ecological Indicators	14	1.79
建设科技	14	1.79
国际城市规划	13	1.66
现代园艺	13	1.66
Journal of Environmental Planning and Management	13	1.66
华中农业大学学报	13	1.66
Hydrological Processes	12	1.53
Environmental Science and Policy	12	1.53
Land	12	1.53
International Journal of Environmen-tal Research and Public Health	12	1.53

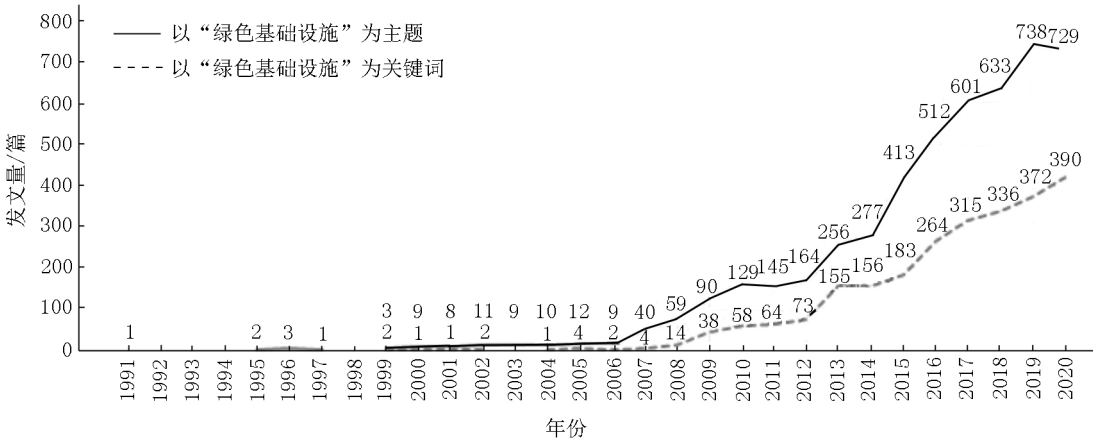


图1 不同检索方式的发文量统计

通过对国内学者的研究成果分析发现,多数研究集中在网络构建与优化方面,而在GI要素分类及网络构架评价体系方面的研究则较少(见表2)。因此,缺少用于指导实践的理论框架,更未出台相关GI建设和管理的政策性文件。目前,随着其应用价

值得到认可,国内学术界普遍认同和应用的定义源于美国学者贝内迪克特(Mark Benedict)等<sup>[30]</sup>的观点:GI包括自然区域、保护性土地、生产性土地及其他开放空间,是一个相互联系的绿色网络,也可以作为土地利用规划与保护的方法。

表2 中国学者在GI方面的研究

作者	作者单位	论文数量/篇	研究内容
王云才	同济大学	8	提升水量调节服务能力的城市绿色基础设施 <sup>[31]</sup> 、绿色基础设施的洪水调节服务测度研究 <sup>[32]</sup> 、绿色基础设施构建研究 <sup>[33-35]</sup> 、绿色基础设施与城市供需平衡的关系 <sup>[36]</sup> 、生态系统的服务优化研究 <sup>[37]</sup>
尹海伟	南京大学	8	绿色基础设施的格局优化 <sup>[38]</sup> 、绿色基础设施的网络构建 <sup>[39]</sup> 、绿色基础设施网络规划(实践) <sup>[40]</sup> 、绿色基础设施的网络格局时空变化分析(实例) <sup>[41]</sup> 、网络格局与连通性分析(实例) <sup>[42]</sup> 、国外绿色基础设施规划的框架探究 <sup>[43]</sup> 、理论实践研究 <sup>[44]</sup> 、绿色基础设施与城市增长边界之间的研究 <sup>[45]</sup>
孔繁花	南京大学	6	
吴远翔	哈尔滨工业大学	7	绿色基础设施的优化方法研究 <sup>[46]</sup> 、保护策略 <sup>[47]</sup> 、绿色基础设施对第3产业影响研究 <sup>[48]</sup> 、生态服务评估模型研究 <sup>[49]</sup> 、基于城市空气调节的区域绿色基础设施识别研究 <sup>[50]</sup> 、绿色基础设施斑块识别方法研究 <sup>[51]</sup> 、城市绿色基础设施的课程教学探索研究 <sup>[52]</sup>
刘晓光	哈尔滨工业大学	6	寒地城市的绿色基础设施构建研究 <sup>[53-54]</sup> 、课程教学研究 <sup>[55]</sup>
刘晓明	北京林业大学	5	绿色基础设施的管理研究 <sup>[56]</sup> 、美国城市绿色基础设施的管理理论与实践研究 <sup>[57]</sup> 、应用进展述评 <sup>[58]</sup> 、建设政策研究 <sup>[59]</sup> 、广东绿色基础设施的改善 <sup>[60]</sup>
罗言云	四川大学	5	绿色基础设施格局与连通性格局分析 <sup>[61]</sup> 、空间格局与时空演变特征研究 <sup>[62]</sup> 、评价指标体系构建及应用 <sup>[63]</sup> 、区域形态学空间分析及景观组成研究 <sup>[64]</sup> 、区域网络结构特征研究 <sup>[65]</sup> 、绿色基础设施与地铁的复合规划研究 <sup>[66]</sup>
李峻峰	合肥工业大学	4	中小尺度的绿色基础设施的识别与优化 <sup>[67]</sup> 及特征分析 <sup>[68]</sup> 、城市河道景观规划 <sup>[69-70]</sup>
应君	浙江农林大学	5	区域气候与绿色基础设施协调关系量化研究 <sup>[71]</sup> 、基于绿色基础设施理论的小城镇公园设计探究 <sup>[72]</sup> 、城市雨洪管理研究 <sup>[73-74]</sup> 、体系构建 <sup>[75]</sup>
肖华斌	山东建筑大学	5	区域绿色基础设施空间分异识别及优化策略研究 <sup>[76]</sup> 、区域绿色基础设施的构建研究 <sup>[77]</sup> 、区域绿色基础设施感知供需分异识别与提升策略研究 <sup>[78]</sup> 、绿色基础设施的弹性规划途径研究 <sup>[79]</sup> 、构建策略研究 <sup>[80]</sup>
张云路	北京林业大学	5	绿地分类体系探索 <sup>[81]</sup> 、乡村绿地系统规划理论探究 <sup>[82]</sup> 、地方生态景观规划研究 <sup>[83]</sup> 、地方绿地系统规划研究 <sup>[84-85]</sup>

综上所述,GI 包含了各种天然、恢复再造的生态元素与风景要素,能够作为国家的生命支持系统持续发挥生态系统的服务功能。GI 规划应与土地开发、管理和已建基础设施规划结合起来,作为一种保护土地的战略方法来解决城市扩张和开放土地加速消耗和破碎化的生态影响。同时,GI 规划应被提升至发展战略或规划哲学的高度,它是一种对人类与自然共存并维持永续发展的规划理念。

2 绿色基础设施构成分类

绿色基础设施的组成部分包括各种自然和恢复的生态系统以及景观特征。国内外学者对 GI 的空间结构模式认识几乎一致,即它是网络中心( hubs)、廊道( links) 和小型场地( sites) ( 见表 3)。

2.1 网络中心

网络中心主要是指面积较大、干扰因素较少的自然生境斑块,可以为野生动植物提供生存的栖息地<sup>[86]</sup>。网络中心会以各种形式和规模出现,这些

要素的连接不以行政区划分,有其自然存在的形态和布局。其外部还可能会有不同层级的缓冲区( buffer) ,但其规模也随着层级的不同而有所变化。

2.2 连接廊道

连接廊道是狭长或线型的土地,其两侧土地属性与其具有一定差别,是生物性的联系纽带或是水文性的联系纽带;连接廊道将公园、保护地及其他自然区域连接起来可以为野生动物提供繁衍空间,为人类提供户外活动的自然空间;连接廊道对维护生物多样性起着重要作用。

2.3 小型场地

小型场地是指面积较小的绿地斑块,作为网络中心与连接廊道无法连通的补充。小型场地能够供动物栖息、迁徙或作为人类休憩的区域,它可以是一些居住区的附属绿地、小型公园广场或小面积林牧场地<sup>[87]</sup>。小型场地不一定会与整体的网络或区域保护系统相接,是独立于大型自然区域的小生境和游憩场所。但是,小型场地与 GI 网络的其他要素一样,对生态、社会价值具有重要的贡献。

表 3 GI 要素类型与价值

GI 网络	类型	具体分类	作用价值
网络中心 <sup>[14]</sup>	保留地	野生生命区域、自然保护区	生态价值: 提供栖息地、生活资料
	本土风景	国家公园( 公众)	提供休闲游乐资源,改善环境质量,调节城市气候,自然和娱乐
	生产场地	农场、森林、林场( 私人)、花园( 私人)	促进经济增长,提供娱乐休憩场地
	公园和公共区域	公共公园、城区公共绿地、湿地、林地、运动场等	调节城市气候,为居民提升环境质量、发挥教育价值、保护历史文脉
	循环土地	矿地、垃圾填埋场或棕地	重新修复过度使用和损害的土地
连接廊道 <sup>[14]</sup>	保护走廊	河流、湖泊、水库、河岸缓冲区	连接网络中心和小型场地,为野生动物提供迁徙作用,促进生态过程的流动,保障生态系统的健康和完整性
	绿带	农田、大农场、防风林地、道路绿化带和河流绿化带等	分开毗邻土地使用且缓冲使用的冲击,动物迁移,生态物质和信息流动的通道
小型场地 <sup>[30]</sup>	独立于大型自然区域的小生境和由其场所	绿地、小型公园广场或小面积林牧场地	在网络中心或廊道无法连通的情况下,供动物迁移或人类休憩的生态点,是对网络中心和连接廊道的补充

GI 规划的目的是构建或维护一个网络互联的绿色空间,并提供长期的功能与服务,该空间在保护自然功能的同时为人类带来诸多价值。采用 GI 规划是系统化和战略化的主动性保护<sup>[30]</sup>。总之,GI 是一个服务于社会、经济与环境健康的生态学框架,它可以提供游憩服务和其他社会学、经济学价值,但其终极目标是维持人与自然的永续共存。

3 绿色基础设施的价值

GI 构建是一个复杂的多尺度规划战略,已在全球不同国家或地区中得到蓬勃发展,并形成了一个能够带来多种效益的耦合系统<sup>[12 88]</sup>。随着城镇化进程的加剧,中国生态环境保护与城镇建设之间的矛

盾日益突出。GI 不同于传统的保护策略,在多利益主体参与的情况下,GI 能平衡规划价值与目标,进而引导土地利用,鼓励人们关注土地利用规划的整体效益,并且强调环境 and 经济目标的叠合<sup>[30]</sup>。GI 的价值主要体现在如下几个方面:

1) 保护和恢复自然生态系统。随着景观的破碎化(fragmentation)和孤岛化(isolation),野生动物栖息地斑块之间的距离增大,使得种群之间的交流受到阻隔,增加动物迁移的难度,降低了物种的多样性,甚至威胁到物种的生存,这将进一步加剧景观退化程度。GI 规划能够把这些被“孤立”的自然区域联系起来,让自然系统发挥功能和作用,保护野生物种的迁徙与繁衍。

2) 提供基础性生态服务。GI 是生态系统服务的空间落实途径<sup>[89]</sup>,人类从绿色基础设施所提供的生态系统服务中获得各种益处。生态系统服务的范围包括供应服务(提供水和食物)、调节服务(调控雨洪和气候)、文化服务(如精神、文化和娱乐利益)和支持服务(如维持地球生命生存环境的养分循环)。GI 的生态服务功能主要包括缓解城市的雨洪威胁、调节环境气候、保护生物多样性。针对城市的雨洪威胁,结合灰色、绿色基础设施对雨洪资源进行调蓄、收集和利用的方法,被认为更具有可持续性和综合效益<sup>[90]</sup>。绿色空间能降低诸如防洪、水处理系统和雨水管理等公共基础设施和服务的成本。风景园林师奥姆斯特德(F. L. Olmsted)<sup>[17]</sup>提出 GI 规划能够减少城市对灰色基础设施的需求,节约用于公共服务的开支。GI 通过蒸散作用对城市进行降温,缓解气候变化的极端影响。此外,GI 还可以保护生物多样性和栖息地,改善土地、水和大气质量,在调节微气候和节能减排等方面也发挥积极作用。

3) 发挥社会文化价值。GI 能够直接或间接改善社会文化问题。研究表明:居住环境中的绿色空间与人的健康意识存在着正相关<sup>[91]</sup>,它能提高居民生活质量,改善居民心理健康问题。绿色开放空间的规划设计对城市居民健康有直接影响,流行病学研究表明寿命与获得绿色空间之间存在正相关关系<sup>[92-93]</sup>,绿色自然要素能够有效缓解城市环境诱发的情绪压力<sup>[94]</sup>,从而促进公众的健康。同时,可通过引入 GI 和社区再造来扩大绿化率,提高公共服务的可获得性,改善社区的环境,有益于居民心理、智力和身体健康,能够预防犯罪和自然灾害发生,促进居民对地方的依恋感和社会凝聚力,有利于维持区域和谐<sup>[95]</sup>。

4) 协同效应。GI 能够创造经济、社会文化和生态效益,这些效益的聚集产生的协同效应超过了其单个功能的综合<sup>[96]</sup>。如当 GI 和土地利用规划、交通、水和能源相关的措施结合时,能够发挥出更高的协同效应。以土地价值为例,紧邻 GI 的地块比其他同类地块价值至少高 10% ~ 30%<sup>[97]</sup>。又如美国高线公园附近的房价梯度,距离高线公园约 500 m 的房屋溢价 10% ~ 18%,有城市公园存在的房屋价值增加 14.93%,公园景观的房屋价格增值 1.95%<sup>[98]</sup>。当城市绿化和公共交通的政策相结合时,可实现协同效应。如在荷兰的鹿特丹,有轨电车已经与绿色基础设施融为一体,这不仅减少了交通排放,而且还能够缓解城市的热岛效应。通过将 TOD 和公共/积极的交通政策与交通需求管理措施(如拥堵收费和限制私家车使用/拥有的车辆配额制度)结合起来,实现与交通有关的协同效应。这类战略已在新加坡等几个国家中实施。

## 4 中国绿色基础设施规划存在的不足

随着中国对 GI 理论与实践的深入探索,在“生态文明”的背景下,为城市 GI 构建提供了良好的契机。但中国关于绿色基础设施的研究和实践还处于起步阶段,综合分析还存在如下不足:

1) 统一管理失范。国家对土地实施统一规范管理,虽然有利于 GI 的规划,但也在一定程度上导致了决策的不透明性。由于现行的空间规划中不同类型规划之间的衔接问题较多,而 GI 具有跨行政区划性,行政藩篱在一定程度上阻碍了 GI 在区域范围内的规划实施,区域性的重要生物通廊也可能由于各个城市的地方保护政策不同而受到影响。所以其规划需要不同的行政管理部门的协同工作。

2) 数据信息缺乏。在国土空间规划一张图的背景下,全国各地应充分应用基础测绘和地理国情监测数据成果,根据需要开展补充调查。目前,GI 的数据信息还未被有效挖掘,市民缺乏获取相关信息的渠道。建立全国 GI 信息数据库,有利于构建科学的 GI 网络,有助于全国 GI 的统筹与规划。保护 GI 而制定的战略性土地利用决策,能够减少对社会基础设施的需求,合理优化城市绿地系统布局,改善城市绿地的可达性。在洪泛区和自然灾害高发区,能够降低社区洪水、火灾、泥石流和其他自然灾害的发生频率<sup>[30]</sup>。同时,构建高效舒适的绿色基础设施网络是提升城市居民参加体育运动意愿的主要因素之一<sup>[78]</sup>。

3) 对 GI 规划重视不足. 政府管理部门尚未开展有关 GI 的系统性研究, 目前, 参与 GI 规划编制的主体单一, 与 GI 规划较为相近的绿地系统规划作为城市规划的专项之一, 在很大程度上是由城市规划部门编制<sup>[99]</sup>, 但没有城市绿色基础设施的规划设计与建设系统的政策性文件, 缺少政策制定、管理介入和服务效能的评价内容. GI 作为公共设施, 其开发建设理应由政府主导实施. 但在城镇化建设过程中, 相比于能够直接为政府带来收入的用地, 绿地往往被牺牲来开发成其他用地, 以获取短期的经济效益<sup>[100]</sup>.

4) 公众参与度不高. 公众是 GI 最主要的利益相关者, 公众参与是 GI 规划能否有效实施的关键, 而社会认知程度是关键因素. 在经济收益和公众参与结合方面, 以美国纽约高线公园案例为代表的采用政府、企业、社区合作的 GI 模式, 为 GI 的建设管理提供了新的方向. 即通过活动和项目来创造经济收益; 调动公众参与, 居民通过活动拉近与 GI 的距离; 降低政府管理成本<sup>[101]</sup>.

## 5 启示与展望

首先, 把绿色基础设施提升到与社会发展相适应的战略高度. 当前, 中国绿地规划仅作为一个专项规划, 附属于城市设计. 但对 GI 的投入往往比开发传统的公共工程项目更具成本效益. 因此, GI 规划必须在城市区域规划和土地利用规划之前进行, 并与经济发展规划、交通规划等公共政策进行有效衔接.

其次, 明确绿色基础设施规划流程. GI 由于其发生的尺度(如地区、省、国家等不同尺度)和景观条件的不同, GI 网络系统规划和设计无法遵照一个单一的规程或蓝图. 但不同的 GI 项目可以参考一个被国内外学者所认同的规划流程. 这一流程具体为: 召集所有的利益相关者; 建立决策机制; 明确前景目标和任务, 并尽可能使公众参与整个规划过程. 在进行 GI 规划时, 规划要根据各利益主体之间的意见调整完善规划蓝本. 这种多学科、多方参与的特点有助于科学性规划并解决实际需求.

最后, 将 GI 纳入国土空间规划体系. 将 GI 规划作为国土空间规划的专项规划, 编制 GI 专项规划工具, 融入国土空间规划体系. 将 GI 规划作为一项长远发展的目标, 平衡多方利益诉求, 协调地方规划与上位规划的分歧, 同时扩大 GI 规划的尺度, 实现由地方到城市之间的跨区域发展.

为此, GI 的构建必须依赖包括政府和区域合作, 实现长效机制<sup>[22]</sup>. 通过借鉴 GI 的理论和实践,

构建有利于中国城乡一体化的绿地系统, 发挥其在土地、景观保护、规划引导以及保护生态安全等方面的价值.

## 6 参考文献

- [1] Iserhard C A, Duarte L, Seraphim N, et al. How urbanization affects multiple dimensions of biodiversity in tropical butterfly assemblages [J]. *Biodiversity and Conservation*, 2019, 28(3): 621-638.
- [2] Gopal D, von der Lippe M, Kowarik I. Sacred sites, biodiversity and urbanization in an Indian megacity [J]. *Urban Ecosystems* 2019, 22(1): 161-172.
- [3] Magura T, Ferrante M, Lovei G L. Only habitat specialists become smaller with advancing urbanization [J]. *Global Ecology Biogeography* 2020, 29(11): 1978-1987.
- [4] Ito H, Hayakawa K, Ooba M, et al. Analysis of habitat area for endangered species using maxent by urbanization in Chiba, Japan [J]. *International Journal of Geomate* 2020, 18(68): 94-100.
- [5] Shi Yuan, Bilal M, Ho H C, et al. Urbanization and regional air pollution across South Asian developing countries: a nationwide land use regression for ambient PM<sub>2.5</sub> assessment in Pakistan [J]. *Environmental Pollution*, 2020, 266(2): 115145.
- [6] Ponce P, Alvarado R. Air pollution, output, FDI, trade openness, and urbanization: evidence using DOLS and PDOLS cointegration techniques and causality [J]. *Environmental Science and Pollution Research* 2019, 26(19): 19843-19858.
- [7] Haas P M. SDGs: create a coordinating body [J]. *Nature*, 2016, 535(7613): 493-493.
- [8] Dickens C, McCartney M, Tickner D, et al. Evaluating the global state of ecosystems and natural resources: within and beyond the SDGs [J]. *Sustainability* 2020, 12(18): 7381.
- [9] Eisenmenger N, Pichler M, Krenmayr N, et al. The sustainable development goals prioritize economic growth over sustainable resource use: a critical reflection on the SDGs from a socio-ecological perspective [J]. *Sustainability Science* 2020, 15(4): 1101-1110.
- [10] Tiba S, Frikha M. The controversy of the resource curse and the environment in the SDGs background: the African context [J]. *Resources Policy* 2019, 62: 437-452.
- [11] 新华社. 国务院机构改革方案 [EB/OL]. [2018-03-17]. [http://www.gov.cn/xinwen/2018-03/17/content\\_5275116.htm](http://www.gov.cn/xinwen/2018-03/17/content_5275116.htm).
- [12] Tzoulas K, Korpela K, Venn S, et al. Promoting ecosystem and human health in urban areas using Green Infrastructure: a literature review [J]. *Landscape and Urban Plan-*

- ning 2007 81(3):167-178.
- [13] Williamson K S. Growing with green infrastructure [R]. Doylestown: Heritage Conservancy 2003.
- [14] 吴伟,付喜娥. 绿色基础设施概念及其研究进展综述 [J]. 国际城市规划 2009 24(5):67-71.
- [15] 裴丹. 绿色基础设施构建方法研究述评 [J]. 城市规划 2012 36(5):84-90.
- [16] Randolph J. Environmental land use planning and management [M]. Washington DC: Island Press 2004:95-105.
- [17] 付喜娥,吴人韦. 绿色基础设施评价(GIA)方法介述:以美国马里兰州为例 [J]. 中国园林 2009 25(9):41-45.
- [18] 于笑津,曹静娜. 绿色基础设施研究进展与规划过程应用 [J]. 西部人居环境学刊 2013(4):85-89.
- [19] Moffatt S. A guide to green infrastructure for Canadian municipalities [R]. Ottawa: Federation of Canadian Municipalities 2001.
- [20] Turner T. City as landscape: a post post-modern view of design and planning [M]. London, New York: Taylor and Francis 1996.
- [21] 吴晓敏. 英国绿色基础设施演进对我国城市绿地系统的启示 [J]. 华中建筑 2014 32(8):102-106.
- [22] 魏合义,黄正东,刘学军,等. 英国绿色基础设施规划及其战略意义:以“纽卡斯尔-盖茨赫德”战略规划为例 [J]. 江西师范大学学报:自然科学版 2018 42(2):179-186.
- [23] Jongman R H G, Külvik M, Kristiansen I. European ecological networks and greenways [J]. Landscape and Urban Planning 2004 68(2/3):305-319.
- [24] Syrbe R U, Michel E, Walz U. Structural indicators for the assessment of biodiversity and their connection to the richness of avifauna [J]. Ecological Indicators 2013 31:89-98.
- [25] Grunewald K, Richter B, Meinel G, et al. Proposal of indicators regarding the provision and accessibility of green spaces for assessing the ecosystem service "recreation in the city" in Germany [J]. International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services and Management, 2017 13(2):26-39.
- [26] Grunewald K, Bastian O. Ecosystem services: concept, methods and case studies [M]. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag 2015.
- [27] 胡庭浩,常江,拉尔夫·乌韦·恩博. 德国绿色基础设施规划的背景、架构与实践 [J]. 国际城市规划 2021, 36(1):109-119.
- [28] 罗兰·科米尔,艾蒂安·格雷斯顿,姗德林·格拉特伦,等. 法国城市绿色基础设施的认知与实施:三个案例研究(巴黎、马赛、斯特拉斯堡) [J]. 孙帅,译. 风景园林 2013(6):88-95.
- [29] 刘京一,张梦晗,林箐. 巴黎城市规划体系中的绿色基础设施构建方法与启示 [J]. 风景园林 2017(3):79-88.
- [30] 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,朱强,杜秀文,等译. 北京:中国建筑工业出版社 2010.
- [31] 王云才,王忙忙. 提升水量调节服务能力的城市绿色基础设施模式 [J]. 上海城市规划 2019(1):1-6.
- [32] 颜文涛,黄欣,王云才. 绿色基础设施的洪水调节服务供需测度研究进展 [J]. 生态学报 2019 39(4):1165-1177.
- [33] 邱青,王云才. 村镇生态护岸绿色基础设施综合体的构建:以安徽宣城南漪湖环湖地区为例 [J]. 中国城市林业 2016 14(1):29-34.
- [34] 邱青,王云才. 村镇宜居社区绿色基础设施系统的构建 [C]//孟兆祯,陈晓丽. 中国风景园林学会论文集:上册. 北京:中国建筑工业出版社 2014:291-295.
- [35] 魏家星,宋轶,王云才,等. 基于空间优先级的快速城市化地区绿色基础设施网络构建:以南京市浦口区为例 [J]. 生态学报 2019 39(4):1178-1188.
- [36] 王云才,熊哲昊. 城市生态复兴中“供需适应”的绿色基础设施及其发展 [J]. 城市建筑 2018(33):6-10.
- [37] 王云才,申佳可,彭震伟,等. 适应城市增长的绿色基础设施生态系统服务优化 [J]. 中国园林 2018 34(10):45-49.
- [38] 刘佳,尹海伟,孔繁花,等. 基于电路理论的南京城市绿色基础设施格局优化 [J]. 生态学报 2018 38(12):4363-4372.
- [39] 王晶晶,尹海伟,孔繁花,等. 基于供需匹配度视角的环太湖区域绿色基础设施网络构建 [J]. 城市建筑, 2017 14(36):19-24.
- [40] 王晶晶,尹海伟,孔繁花. 多元价值目标导向的区域绿色基础设施网络规划:以古黄河周边区域为例 [J]. 山东师范大学学报:自然科学版 2016 31(3):77-83.
- [41] 于亚平,尹海伟,孔繁花,等. 基于 MSPA 的南京市绿色基础设施网络格局时空变化分析 [J]. 生态学杂志, 2016 35(6):1608-1616.
- [42] 于亚平,尹海伟,孔繁花,等. 南京市绿色基础设施网络格局与连通性分析的尺度效应 [J]. 应用生态学报, 2016 27(7):2119-2127.
- [43] 周艳妮,尹海伟,孔繁花. 国外绿色基础设施规划的框架体系初探 [C]//中国地理学会. 中国地理学会百年庆典学术论文摘要集. 北京:中国地理学会 2009:252.
- [44] 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(8):87-93.
- [45] 陈志毅,尹海伟. 绿色基础设施导向的城市增长边界研究 [C]//中国城市规划学会. 规划 60 年:成就与挑战——2016 中国城市规划年会论文集(04 城市规划新技术应用). 北京:中国建筑工业出版社 2016:1000-1013.
- [46] 李婷婷,吴远翔,邹敏. 融合经济发展模式的寒地村镇绿色基础设施优化方法研究 [C]//孟兆祯,陈重. 中国风景园林学会 2019 年会论文集:上册. 北京:中国建筑工业出版社 2019:472-478.
- [47] 李婷婷,吴远翔,吴冰. 基于生态系统服务的寒地村镇绿色基础设施保护策略 [J]. 低温建筑技术, 2018, 40(12):19-22.

- [48] 邹敏,吴远翔,李若冰. 寒地城市绿色基础设施对第三产业影响机制研究[J]. 低温建筑技术, 2018, 40(11): 121-126.
- [49] 吴远翔,王瀚宇,金华,等. 城市绿色基础设施的生态服务评估模型研究[J]. 城市建筑, 2018, 15(33): 31-34.
- [50] 吴远翔,刘晓光,吴冰,等. 基于城市空气调节的区域绿色基础设施识别研究[J]. 风景园林, 2018, 25(1): 33-37.
- [51] 吴远翔,袁雪娇. 基于 MM5/CALMET 的城市绿色基础设施斑块的识别方法[C]//孟兆祯,陈晓丽. 中国风景园林学会 2016 年会论文集. 北京: 中国建筑工业出版社, 2016: 305-311.
- [52] 吴远翔,刘晓光. 基于 EOD 理念的《城市绿色基础设施规划》课程教学探索[J]. 中国园林, 2014, 30(5): 120-124.
- [53] 盖恒,吴冰,刘晓光. 基于雪资源管理的寒地城市绿色基础设施构建研究[C]//孟兆祯,陈重. 中国风景园林学会 2019 年会论文集: 上册. 北京: 中国建筑工业出版社, 2019: 622-627.
- [54] 荣靖宏,刘晓光,吴冰. 寒地乡村宜居社区绿色基础设施构建策略研究[J]. 低温建筑技术, 2018, 40(12): 128-132.
- [55] 冯瑶,张露思,刘晓光. 基于城市绿色基础设施理论的“景观游憩原理”课程教学研究[J]. 中国建筑教育, 2015(4): 37-45.
- [56] 许超,孟楠,逯非,等. 生态系统服务需求视角下的澳门城市绿色基础设施管理研究[J]. 中国园林, 2020, 36(9): 104-109.
- [57] 张炜,刘晓明. 美国城市绿色基础设施的适应性管理理论与实践进展研究[J]. 建筑与文化, 2017(3): 79-80.
- [58] 张炜,杰克·艾亨,刘晓明. 生态系统服务评估在美国城市绿色基础设施建设中的应用进展评述[J]. 风景园林, 2017(2): 101-108.
- [59] 张炜,刘晓明. 美国城市绿色基础设施规划建设政策研究[J]. 建筑与文化, 2017(2): 211-212.
- [60] 刘晓明,谢丽娟. 广东理想城市建设的策略: 绿色基础设施的改善[J]. 风景园林, 2011(6): 50-53.
- [61] 许瀚文,成玉宁,罗言云,等. 基于 MSPA 的成都市中心城区绿色基础设施空间格局与连通性格局分析[C]//孟兆祯,陈重. 中国风景园林学会 2019 年会论文集: 上册. 北京: 中国建筑工业出版社, 2019: 616-617.
- [62] 谢于松,李春容,罗言云,等. 成渝城市群重庆域内绿色基础设施网络空间格局分析及时空演变特征研究[C]//孟兆祯,陈重. 中国风景园林学会 2019 年会论文集: 上册. 北京: 中国建筑工业出版社, 2019: 382-387.
- [63] 谢于松,王倩娜,罗言云. 基于 MSPA 的市域尺度绿色基础设施评价指标体系构建及应用: 以四川省主要城市为例[J]. 中国园林, 2020, 36(7): 87-92.
- [64] 谢于松,范惠文,王倩娜,等. 四川省主要城市市域绿色基础设施形态学空间分析及景观组成研究[J]. 中国园林, 2019, 35(7): 107-111.
- [65] 吴银鹏,王倩娜,罗言云. 基于 MSPA 的成都市绿色基础设施网络结构特征研究[J]. 西北林学院学报, 2017, 32(4): 260-265.
- [66] 田雨灵,张昭雪,李彬,等. 绿色基础设施与地铁的复合规划策略探讨[J]. 北方园艺, 2009(12): 218-221.
- [67] 李文俊,李峻峰. 基于 GIS 的中小尺度绿色基础设施识别与优化: 以安徽宣城南溪湿地生态旅游区为例[J]. 合肥工业大学学报: 社会科学版, 2017, 31(3): 128-134.
- [68] 李峻峰,李文俊. 基于 GIS 的中小尺度绿色基础设施特征分析: 以南溪湿地生态旅游区为例[C]//孟兆祯,陈晓丽. 中国风景园林学会 2016 年会论文集. 北京: 中国建筑工业出版社, 2016: 229-233.
- [69] 李峻峰,刘佳,吴竞雄. 基于建构绿色基础设施维度的城市河道景观规划[J]. 合肥工业大学学报: 社会科学版, 2011, 25(1): 105-110.
- [70] 刘惠芳,刘佳,李峻峰. 建构绿色基础设施维度的城市河道景观规划[J]. 安徽科技学院学报, 2010, 24(3): 30-34.
- [71] 应君,姚圩琴,程艳,等. 基于耦合模型的杭州市区气候与绿色基础设施协调关系量化分析研究[J]. 中国园林, 2017, 33(12): 53-57.
- [72] 王冰意,应君. 绿色基础设施视角下的小城镇公园设计探究[J]. 山西建筑, 2017, 43(27): 175-177.
- [73] 姜丽宁,应君,徐俊涛. 基于绿色基础设施理论的城市雨洪管理研究: 以美国纽约市为例[J]. 中国城市林业, 2012, 10(6): 59-62.
- [74] 姜丽宁,应君. 绿色基础设施与纽约城市雨洪管理[J]. 城乡建设, 2012(11): 88-90.
- [75] 应君,张青萍,王末顺,等. 城市绿色基础设施及其体系构建[J]. 浙江农林大学学报, 2011, 28(5): 805-809.
- [76] 肖华斌,盛硕,安琪,等. 供给-需求匹配视角下城市绿色基础设施空间分异识别及优化策略研究: 以济南西部新城为例[J]. 中国园林, 2019, 35(11): 65-69.
- [77] 肖华斌,施俊婕,盛硕,等. 生态系统服务优化导向下城市绿色基础设施构建研究: 以济南市西部新城为例[J]. 上海城市规划, 2019(1): 45-50.
- [78] 盛硕,肖华斌,安琪,等. 开源数据环境下城市街道绿色基础设施感知供需分异识别与提升策略研究: 以济南市西部新城社区生活圈为例[J]. 城市建筑, 2018(33): 44-47.
- [79] 安琪,肖华斌. 多尺度绿色基础设施的弹性规划途径研究: 以美国风景园林师协会获奖项目为例[C]//中国城市规划学会. 共享与品质——2018 中国城市规划年会论文集(01 城市安全与防灾规划). 北京: 中国建筑工业出版社, 2018: 53-62.
- [80] 王梦颖,肖华斌,董晶. 基于生态智慧的古代水利工程绿色基础设施构建策略研究[C]//孟兆祯,陈重. 中国风景园林学会 2018 年会论文集. 北京: 中国建筑工业出版社, 2018: 639-645.
- [81] 张云路,李雄,王鑫. 基于绿色基础设施空间转译的村镇绿地分类体系探索[J]. 中国园林, 2015, 31(12): 9-13.
- [82] 张云路. 绿色基础设施理论应用于我国乡村绿地系统规划的理论性探讨[C]//孟兆祯,陈晓丽. 中国风景园林学会 2015 年会论文集. 北京: 中国建筑工业出版社, 2015: 305-311.



- 社 2015: 143-146.
- [83] 张云路,李雄. 基于绿色基础设施构建的漠河北极村生态景观规划研究 [J]. 中国园林 2013 29(9): 55-59.
- [84] 张云路. 基于绿色基础设施理论的平原村镇绿地系统规划研究 [D]. 北京: 北京林业大学 2013.
- [85] 张云路,李雄. 漠河北极村生态山地城镇绿色基础设施规划研究 [C]//朱雪芬,石楠. 山地城镇可持续发展专家论坛论文集. 北京: 中国建筑工业出版社 2012: 412-418.
- [86] Weber T ,Sloan A ,Wolf J. Maryland's green infrastructure assessment: development of a comprehensive approach to land conservation [J]. Landscape and Urban Planning , 2006 77( 1/2) : 94-110.
- [87] 杜士强 ,于德永. 城市生态基础设施及其构建原则 [J]. 生态学杂志 2010 29( 8) : 1646-1654.
- [88] Fabos J G. Introduction and overview: the greenway movement ,uses and potentials of greenways [J]. Landscape and Urban Planning ,1995 33( 1/2/3) : 1-13.
- [89] Laforteza R ,Davies C ,Sanesi G ,et al. Green Infrastructure as a tool to support spatial planning in European urban regions [J]. iForest-Biogeosciences and Forestry , 2013 6( 1) : 102-108.
- [90] Prudencio L ,Null S E. Stormwater management and ecosystem services: a review [J]. Environmental Research Letters 2018 13( 3) : 033002.
- [91] Maas J ,Verheij R A ,Groenewegen P P ,et al. Green space ,urbanity and health: how strong is the relation? [J]. Journal of Epidemiology and Community Health 2006 60( 7) : 587-592.
- [92] Takano T ,Nakamura K ,Watanabe M. Urban residential environments and senior citizens' longevity in megacity areas: the importance of walkable green spaces [J]. Journal of Epidemiology and Community Health 2002 56( 12) : 913-918.
- [93] Tanaka A ,Takano T ,Nakamura K ,et al. Health levels influenced by urban residential conditions in a megacity: Tokyo [J]. Urban Studies ,1996 33( 6) : 879-894.
- [94] Jiang Bin ,Chang Chun Yen ,Sullivan W C. A dose of nature: tree cover ,stress reduction ,and gender differences [J]. Landscape and Urban Planning 2014 132: 26-36.
- [95] 黄平平 ,姜桂莲. 绿色基础设施功能与评价体系 [J]. 合作经济与科技 2020( 20) : 44-45.
- [96] Kim D ,Song S K. The multifunctional benefits of green infrastructure in community development: an analytical review based on 447 cases [J]. Sustainability ,2019 , 11( 14) : 3917.
- [97] 李开然. 绿色基础设施: 概念、理论及实践 [J]. 中国园林 2009 25( 10) : 88-90.
- [98] Park J ,Kim J. Economic impacts of a linear urban park on local businesses: the case of Gyeongui Line Forest Park in Seoul [J]. Landscape and Urban Planning ,2019 ,181: 139-147.
- [99] 贺伟 ,刘滨谊. 有关绿色基础设施几个问题的重思 [J]. 中国园林 2011 27( 1) : 88-92.
- [100] 刘滨谊 ,张德顺 ,刘晖 ,等. 城市绿色基础设施的研究与实践 [J]. 中国园林 2013 29( 3) : 6-10.
- [101] 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.

## The Urban Green Infrastructure: Concept ,Classification and Its Value

JIANG Wenhua<sup>1</sup> ,WEI Heyi<sup>1 2\*</sup>

( 1. Geodesign Research Centre ,Jiangxi Normal University ,Nanchang Jiangxi 330022 ,China;

2. Department of Geography and Resource Management ,Chinese University of Hong Kong ,Shatin Hong Kong 999077)

**Abstract:** The Green Infrastructure is a network that can interconnect natural areas and other open spaces and can continue to perform the service functions of the ecosystem. Green Infrastructure planning can manage and regulate urban sprawl guide land use planning and effectively solve the macro-ecological problems facing our country's urbanization process. Meanwhile ,Green Infrastructure planning can play important role in the environmental ,social , and economic values. Therefore ,the protection and planning of Green Infrastructure have also attracted the attention of society and academia. The origin ,development ,composition and classification of green infrastructure are systematically reviewed in this paper. Through literature research ,the content of green infrastructure in protecting the ecosystem ,providing ecological services ,cultural values and synergies is systematically sorted out. Finally ,based on the status quo of research and practice of green infrastructure in China ,specific development goals and planning paths are put forward.

**Key words:** Green Infrastructure; origin and classification; practical value; shortages and prospects

( 责任编辑: 刘显亮)