

绿色基础设施研究进展与规划过程应用

Research Progress and Application of the Green Infrastructure

于笑津 曹静娜 YU Xiaojin, CAO Jingna

摘要 本文介绍了绿色基础设施概念的由来、演变、作用,以及国内外相关理论研究的系统化进展、规划设计的原则与步骤,并阐述了识别绿色基础设施用地的标准、方法与设定绿色基础设施用地保护优先权,旨在通过引入绿色基础设施这一新理念来对我国土地生态利用和保护提供一定的启示作用,以期对以后的研究方向与研究内容给予预测。文章也强调了建立绿色基础设施对城市土地的精明保护及城市的可持续发展具有重要的意义。

关键词 绿色基础设施; GI用地识别; 保护优先权

Abstract: This paper illustrated the derivation, evolution and effect of the concept of green infrastructure. It demonstrated the systematic development, as well as principles and procedures of planning and design of foreign related theories. It specifically addressed the standards and methods of the identification of green infrastructure land and then set protection priorities of it, aiming to provide some inspirations for the ecology land use and protection of our country by introducing the new concept and predict future research directions and contents. It's also indicated that green infrastructure played a significant role in protecting urban land and promoting urban sustainable development.

Keywords: Green Infrastructure; GI Land Identification; Protection Priority

快速城市化对人类赖以生存的环境造成了极大的污染和破坏,加剧了全球气候的变化和城市环境的恶化。当下土地的开发已经达到了前所未有的阶段,土地资源的加速开发对自然环境产生了不容忽视的威胁^[1]。各种建设用地消耗了绿色开敞空间,使自然系统破碎化加剧,生态服务功能降低^[2]。由此造成了自然区丧失、水资源退化、大自然对变化的自适应能力降低、大自然的服务能力丧失等环境问题。城市绿色基础设施(Green Infrastructure,以下简称GI)可以有效解决上述环境问题^[3-4],但由于城市绿色基础设施缺乏与传统规划体系的对接,导致城市绿色基础设施在城市开发过程中无法有效实施和管理。国内外对绿色基础设施的研究主要包括网络构成、功能、特征与原理、规划尺度、规划方法和评价体系、规划实施与管理等。本文介绍了绿色基础设施的概念界定和规划方法的研究动态,以期对相关实践提供依据。

1 概念界定、演变和作用

1.1 GI概念界定

美国保护基金会绿色基础设施的定义为“绿色基础设施是国家的自然生命支持系统——一个由水道、湿地、森林、野生动物栖息地和其他自然区域,绿道、公园和其他保护区域,农场、牧场和森林,荒野和其他维持原生物种、自然生态过程和保护空气和水资源以及提高美国社区和人民生活质量的荒野和开敞空间所组成的相互连接的网络”。赛伯斯亭·莫菲特(Sebastian Moffatt)和沈清基认为绿色基础设

中图分类号 TU985.1

文献标识码 B

文章编号 2095-6304(2013)04-0085-05

作者简介

于笑津:重庆市规划信息服务中心职员,工程师, 34317649@qq.com

曹静娜:重庆大学建筑城规学院,2010级硕士研究生

施是指基础设施工程的生态化,主要是以生态化手段来改造或代替道路工程、排水、能源、洪涝灾害治理以及废物处理系统等问题^[5-6]。英国西北绿色基础设施小组认为,绿色基础设施是一种自然环境和绿色空间组成的系统,有五个主要特征:(1)组成绿色基础设施的类型可以是自然的、半自然的以及完全人工设计的空间和环境;(2)绿色基础设施具有多种功能;(3)人类所及的任何尺度内,绿色基础设施存在于一个无限的连续空间;(4)绿色基础设施的尺度可以从社区尺度,到地区尺度,再到区域尺度;(5)连通性是绿色基础设施存在的核心因素。张秋明认为,绿色基础设施包含各种天然和得到恢复的生态系统和景观要素,它们构成一个即有“网络中心”又有“链接环节”的网络系统^[3]。麦克A·本尼迪克特和爱德华T·麦克马洪认为绿色基础设施具有内部连接性的自然区域及开放空间的网络,以及可能附带的工程设施,这一网络具有自然生态体系功能和价值,为人类和野生动物提供自然场所,如作为栖息地、净水源、迁徙通道,它们总体构成保证环境、社会与经济可持续发展的生态框架^[7]。Tzoulas等认为,生态敏感区和兼容生态保护目标的农田、林地、生态旅游区、文化遗产区域等都是绿色基础设施重要组成部分,它注重维护生态过程的连续性和生态系统的完整性,和城市生态系统健康以及人类健康有非常紧密的关系,是维持自然生命过程必须具备的“基础设施”,而不是一种可有可无的绿色空间^[8]。俞孔坚等认为它是维持生命土地安全健康的关键空间格局,是人类获得持续的新鲜空气、休闲娱乐、安全庇护以及审美和教育等自然服务(生态服务)的基本保障^[9]。张红卫等认为,绿色基础设施体系由各种开敞空间和自然区域组成,包括绿道、湿地、雨水花园、森林、乡土植被等,这些要素组成一个相互连接、有机统一的网络系

统,系统可为野生动物迁徙和生态过程提供起点和终点,系统自身可以自然管理暴雨,减少洪水的危害,改善水的质量,节约城市管理成本^[10]。综合上述概念,笔者定义绿色基础设施是指具有自然环境支撑功能的绿地系统和生态化的灰色基础设施系统(如生态化排水系统)共同构成的空间网络,由于两者的特征和规划方法有很大的不同,本文仅探讨具有自然环境支撑功能的绿地系统。

1.2 GI概念演变

GI这一名词虽然是新近提出的,但其概念却由来已久,起源于150年前关于人类与自然关系在土地上的表现的研究。GI概念的形成有三个方面的推动力:第一,许多人物、思想、实践为其概念形成做出贡献,使之成为一个重要的知识领域,特别是当这一概念与保护国家和州立公园、生物多样性、森林、水系、湿地和荒野地等思想行动建立联系的时候;第二,同自然生态理念相关的城市规划、景观设计和环境敏感地区开发建设紧密联系;第三,来源于绿道运动,强调了景观开发带来的影响(表1)。GI从这些交叉学科中汲取经验,当下已成为分析决定最佳土地利用方式的科学方法体系,不仅可以用于保护景观中的自然过程,同时也为建成区的选择提供参考。

1.3 GI概念作用

绿色基础设施这一概念是来自于欧美国家的新术语,旨在通过绿色基础设施的构建限制城市的无序蔓延,保护重要的生态环境,促进城市的合理发展。绿色基础设施在保护生物多样性、减少洪水、保护城市森林、促进旅游产业发展、增长房地产价值、提供商业休闲场所、促进生产性土地的繁荣等方面发挥着不可替代的作用,其目标是最终实现环境、社会和经济的可持续发展。

如同精明增长是用于解决城市无序开发建设的问题一样,精明保护是用于指导土地资源的管理和保护,它是一种整体的、系统的、主动的、多功能的、多重管制的和多尺度的保护模式,而不同于以往零散的、单一尺度的和单一目标的无序保护^[11]。

体现精明保护思想的绿色基础设施是一种由自然开放空间组成的相互连接的网络体系,用以保护土地资源的生态价值和功能,维持清洁的空气和水,保护人类和生物的广泛利益^[12-13]。生态敏感区和兼容生态保护目标的农田、林地、生态旅游区、文化遗产区域等都是其重要组成部分。它注重维护生态过程的连续性和生态系统的完整性,和城市生态系统健康以及人类健康有非常紧密的关系,是维持自然生命过程必须具备的“基础设施”,而不是一种可有可无的绿色空间^[14]。

2 规划过程研究动态

2.1 GI特征与原则

随着GI规划的不断增多,人们逐渐总结出如下两种规划原则:本尼迪克特原则与沃姆斯利原则。

本尼迪克特等从规划案例中总结出如下十条设计原则:(1)连通性是关键;(2)应考虑区域环境;(3)应加强与土地利用规划的关系;(4)应发挥其作为保护和开发框架的功能;(5)应在开发前被规划和保护;(6)应将公众投资放到首要位置;(7)应使自然和人类双重获益;(8)尊重土地所有者和其他投资人的需求和期望;(9)应与社区内外各个项目相协调;(10)长期有效性和可变性^[15]。

沃姆斯利结合新泽西州规划建设案例,提出以下五个设计原则:(1)保护最大最重要的开放空间节点区域;(2)维护并增加开放空间之间的连通廊道;(3)保护足够宽度的绿道连接和

表1 绿色基础设施理念的发展历程

Tab.1 development process of green infrastructure

年代	主要人物	主要思想	主要实践	核心内容
萌芽期: 18世纪50年代- 20世纪初	- 亨利·戴维·索罗 - 奥姆斯特的 - 乔治·铂金斯·马什	- 意识到保护未被损害的自然环境的重要性 - 绿带思想被用于控制村镇无序增长 - 乔治·铂金斯·马什撰写《人类和自然》	- 奥姆斯特的规划设计了公园绿道系统 - 明尼阿波利斯圣保罗大都市公园系统建设完成	土地自身的根本特征应该指导土地的使用性质
探索革新期: 20世纪初-20年代	沃伦·曼宁	- 系统的游憩空间应该予以保护和规划 - 国家层面的公园系统具有更高的自然价值和生态功能 - 绿带思想被进一步应用在规划之中	- 布朗克斯河公园道成为第一个为游憩机动车通行而设计的公园大道 - 沃伦·曼宁利用图层叠加技术分析了一块场地的自然和文化信息 - 黄石国家公园为国家公园系统的建立搭建了平台 - 绿带设计纳入19世纪20年代新泽西州拉德本规划之中	- 大尺度规划方法的实验和探索 - 为后代保护自然地域
环境设计期: 20世纪30年代- 50年代	- 维克多·谢尔福德 - 本顿·马克 - 奥尔多·利奥波德	- 生物/生态学家维克多·谢尔福德呼吁自然区域及其缓冲区域的保护 - 奥尔多·利奥波德介绍了土地伦理的概念,强调生态学的基础性原则	- 本顿·马克依创造了区域规划的原则,并且促进了阿巴拉契亚山脉成为一个广泛的开放空间条带,该绿道成为西部免受开发影响的缓冲地带 - 作为新事宜的一部分,几个绿带机构计划强调包括绿色空间在内的城市设计,并控制绿带附近的土地开发	- 生态结合设计 - 土地利用的伦理原则 - 保护自然的荒野状态
生态十年: 19世纪60年代	- 麦克哈格 - 菲利普·刘易斯 - 威廉H·怀特 - 蕾切尔·卡森	- 城市规划师和景观建筑师麦克哈格,认为生态应该成为设计的基础 - 威廉H·怀特提出“绿道”的概念 - 岛屿生物地理学开拓了物种和景观之间的关系 - 蕾切尔·卡森出版了《寂静的春天》一书,带来了人类对自然所施影响的关注	- 菲利普·刘易斯创造了一个景观分析的方法,关注环境廊道和诸如植被及景观等方面的特征 - 通过了荒野地行动议程 - 景观生态学与生物种群和物理环境的结合点相融合	- 景观和可持续分析 - 科学、可定义的土地利用规划过程 - 保护荒野地的核心区域
强调“链接”期: 20世纪90年代至今	- 马克·A·贝内迪克特, - 爱德华·T·麦克马洪, - 韦伯 - 威姆斯利	绿色基础设施的健康增长,是引导土地保护和开发的有效工具	- 马里兰州和佛罗里达州积极致力于州域绿道和绿色空间系统的建设 - 荒野地工程启动,用于建立北美荒野地网络系统 - 可持续发展部确定了绿色基础设施作为5个社区可持续发展提供综合途径的战略之一	- 关注景观规模 - 理解景观格局和过程 - 绿色基础设施规划要求确定并连接优先保护区域 - 分享和基于大众建议的决策

非线性节点；(4) 保护最具发展潜力绿道的品质和面积；(5) 提供丰富多样的绿道连接，增加网络的复杂多样性^[16]。

本尼迪克特等与沃姆斯利提出原则的不同点之处在于：本尼迪克特等强调GI规划、实施、管理和维护的各个阶段以及与其它规划和周边区域联系的实施原则，而沃姆斯利主要针对GI规划本身提出原则。本文主要强调规划过程的原则。

2.2 GI规划的一般步骤

目前GI的设计已有两个比较成熟的方法，本文将讨论其中的一种方法，该方法已经成功运用于多个保护区和保护网络的确定和设计中。20世纪90年代，佛罗里达和马里兰州都提出了基于GIS的分析模型来确定州域内GI网络。网络设计的第一步就是完善模型，使之同时适应不同尺度和地理差异，以及可获得的空间数据、可用时间和资金的差异。两种模型均采用以下五个基本步骤：(1) 详述网络设计的目标，确定想要的特性；(2) 收集和处理景观类型数据；(3) 确定并连接网络元素；(4) 为保护行动设置优先级；(5) 寻找反馈和投入。这些步骤其实并不像这里所列得那么有序界定。一些步骤可能会交叠，另外一些可能在网络设计精炼的过程中做过好几次。尤其是第五步，它并不是一个按顺序进行的步骤，在设计的过程中，搜寻公众的信息和参与是很重要的。

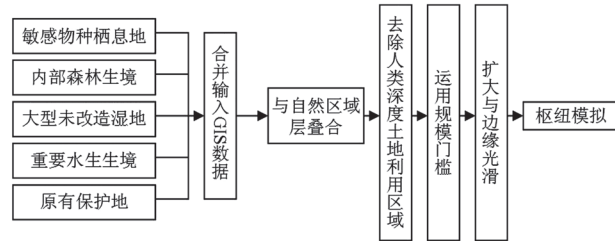


图1 枢纽划定流程

Fig.1 flow chart of delimiting hub

2.3 识别GI用地标准与方法

GI用地主要由枢纽(包括网络中心和缓冲区)和线性连接廊道组成。

枢纽的确定需要依据景观生态学和保护生态学的原则，通过地图叠合分析来完成。辨识的标准包括：斑块大小、生物和生境的多样性、自然程度、生境代表性、稀有性、景观破碎度、景观位置、潜在的保护价值等^[14](图1)。廊道一般选择350m宽度以上的自然地物，或者通过土地覆盖阻力面分析得出的最小费用路线，以满足动物迁徙和植物种子传播的需求。以下是马里兰州枢纽划定和廊道划定的流程(图2)。

2.4 设定GI用地保护优先权

GI的建设需要综合权衡自然、经济、社会要求以及土地利用的现实情况，合理设定保护优先权。保护优先权的设定关系到GI规划的可行性与科学性。在保护优先权中应首先考虑生态价值，并对用地斑块和廊道进行生态指标加权评价，得出生态重要性等级。在此基础上，城市开发也是保护顺序确定的重要影响因素，依据城市开敞空间被侵占的原因，选择如下风险参数进行GI用地的开发风险评价：当前保护力度、有重要自然价值的中心区比例、开发压力均值、与商业工业或公共设施用地的邻近程度、到不同等级公路的平均距离和土地价格。综合其生态价值和开发风险评价，综合加权叠加，将GI用地划分为：已保护区、重点区域和廊道、其

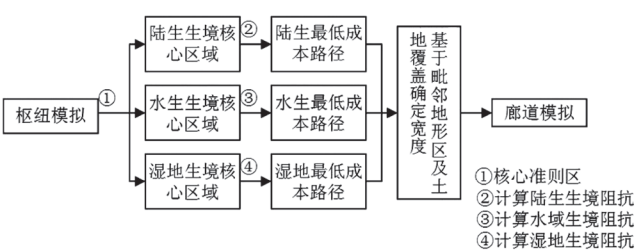


图2 廊道划定流程

Fig.2 flow chart of delimiting gallery

它较高级别区域、低级别区域和廊道四个保护级别，并在此基础上确定保护优先权，政府由此逐步落实GI规划。

3 研究展望

(1) 目前GI规划和保护主要关注自然特征明显的区域，对城市内部散布的绿色空间和人工开敞空间关注较少，GI规划所包括的内容会向生物多样性和生物栖息地保护、人类游憩活动两方面扩展。

(2) 国内外学者用多种模型和方法实践GI规划设计，但经过近些年的规划研究仍未形成统一的概念、评价体系、规划方法，较完整且有普遍指导意义的实践仅限于马里兰GI评价，由于实践和数据的不完整，基于实证的评价较少，很多研究仅仅提供了一种评价可能和规划方法，缺乏规划后的评价和实践支撑。GI规划的进一步发展需要未来更多的实践。

(3) GI评价体系仅限于当下的资源状况，对动态化的发展过程考虑较少，不能充分反映土地利用演变过程中资源质量的动态变化和演变特征。未来需要建立动态的环境资源数据，以便在此基础上完善GI评价体系的动态化因子，应对环境资源的变化和不确定因素。

(4) 促进多层次、多尺度的GI网络构建与多目标的融合。GI网络有利于增加碳汇，减少碳排放，形成低碳的城市

形态、土地利用、产业发展和能源利用等。GI规划科综合考量不同尺度的规划要求,在区域尺度下,GI主要用于区域保护中的地块排序和定位;在城市尺度,GI科转化为地方标准以指导各个规划,满足区域尺度的主体功能区划和生态功能区划;在微观尺度,GI可指导地块的开发建设。未来将增加多层面多尺度的GI网络构建与多目标的融合。

(5) 积极利用GIS、遥感等相关科学技术手段,结合生态分析的相关理论与方法,在考虑区域发展的基础上,研究可操作的GI规划编制原则与技术路线,由技术规划导向转向政策控制引导导向,完善GI规划实施平台的建设。

参考文献:

- [1] 仇保兴. 建设绿色基础设施, 迈向生态文明时代——走有中国特色的健康城镇化之路[J]. 中国园林, 2010 (07): 1-5.
- [2] 李博. 绿色基础设施与城市蔓延控制[J]. 城市问题, 2009(01): 86-90.
- [3] 张秋明. 绿色基础设施[J]. 国土资源情报, 2004 (07): 35-38.
- [4] 张晋石. 绿色基础设施——城市空间与环境问题的系统化解决途径[J]. 现代城市研究, 2009 (11): 81-86.
- [5] Moffatt S. A Guide to Green Infrastructure for Canadian Municipalities [EB/OL].[2012- 12-15] http://www.sustainablecommunities.fcm.ca/files/Tools/Green_Guide_Eng_Oct2002.pdf.
- [6] 沈清基.《加拿大城市绿色基础设施导则》评价与讨论[J]. 城市规划学刊, 2005(05): 98-103.
- [7] Benedict M A, McMahon E T. Green Infrastructure: linking communities and landscapes [M].Washington: Island Press, 2006: 1-3.
- [8] Tzoulas K, Korpela K, Stephen V, et al. Promoting ecosystem and human health in urban areas using Green Infrastructure: A literature review[J]. Landscape and Urban Planning, 2007(81): 167-178.
- [9] 俞孔坚, 李迪华, 潮流濠. 城市生态基础设施建设的十大景观战略[J]. 规划师, 2001(06): 9-17.
- [10] 张红卫, 夏海山, 魏民. 运用绿色基础设施理论指导“绿色城市”建设[J]. 中国园林, 2009(09): 28-30.
- [11] Benedict M A, McMahon E T. Green Infrastructure: Smart Conservation for the 21st Century [J]. Renewable Resources Journal, 2001(03): 12-17.
- [12] 沃特森, 布拉特斯, 谢卜利. Time-saver城市设计手册[M]. 刘海龙, 译. 北京: 中国建筑工业出版社, 2006: 731-742.
- [13] Benedict M A, McMahon E T. Green Infrastructure: Linking Landscapes and Communities [J]. Washington DC: The Conservation Fund and Island Press, 2006(01): 35-148.
- [14] 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 Planning, 2007(81): 167-178.
- [15] 马克·A·贝内迪克特, 爱德华·T·麦克马洪. 绿色基础设施[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2010: 8-153.
- [16] Walmsley A. Greenways: multiplying and diversifying in the 21st century [J]. Landscape and Urban Planning, 2006(76): 252-290.

图表来源:

表1: 马克·A·贝内迪克特, 爱德华·T·麦克马洪. 绿色基础设施[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2010: 8-153.

图1-2: 李咏华, 王竹. 马里兰绿图计划评述及其启示[J]. 建筑学报, 2010(S2): 27-29.

收稿日期: 2012-06-19

(责任编辑: 申钰文)