

张雨,付彦荣,邵继中,等.风景园林应对气候变化的实践与气候积极性设计方法[J].华中农业大学学报,2023,42(4):32-41.  
DOI:10.13300/j.cnki.hnlkxb.2023.04.005

## 风景园林应对气候变化的实践与气候积极性设计方法

张雨<sup>1</sup>,付彦荣<sup>2</sup>,邵继中<sup>1</sup>,白宛容<sup>1</sup>,吕欣蓓<sup>1</sup>

1. 华中农业大学园艺林学学院,武汉 430070; 2. 中国风景园林学会,北京 100835

**摘要** 风景园林通过协调人与自然的关系,可以减缓和适应气候变化的负面影响。为构建风景园林应对气候变化的方法体系,提升风景园林应对气候变化能力,进一步发挥风景园林在减少碳排放、提升生物多样性、缓解极端高温天气、培育具有复原力的社区等功能。本文在梳理国内外风景园林应对气候变化的理念和实践基础上,归纳出当前存在的三点不足:对气候变化复杂性认知不足、应对气候变化的理论与实践结合不够、实施保障机制欠缺。研究系统阐述了风景园林气候积极性设计的概念、特点、流程和方法及实施机制等,并构建风景园林气候积极性设计方法和技术体系。结果表明,针对气候变化的复杂影响,风景园林气候积极性设计应采取多策略组合应对和多目标协同的方法,构建相应的价值取向和实施机制,通过多方案比选和优中选优,以取得最为理想的实施效果,更好地发挥风景园林功能,进而促进风景园林学科发展。

**关键词** 风景园林; 气候变化; 气候积极性设计; 减缓与适应; 设计方法

**中图分类号** TU986.2 **文献标识码** A **文章编号** 1000-2421(2023)04-0032-10

1979年的日内瓦世界气候大会上正式提出全球气候在逐步变暖。政府间气候变化专门委员会(Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC)自1990年以来已经完成5次全球气候变化评估报告,目前正在进行第6轮的评估。IPCC系列报告的发布,引起了国际社会对于气候变化的广泛关注。气候变化是指除在类似时期内所观测到的气候的自然变异外,由于直接或间接的人类活动改变了地球大气的组成而造成的气候变化<sup>[1]</sup>,带来的不利影响包括极端干旱、缺水、重大火灾、海平面上升、洪水、极地冰层融化、灾难性风暴,以及生物多样性减少等<sup>[2]</sup>。驱动气候变化的人类活动主要是温室气体的排放、土地利用、城市化等因素,目前,全球气候正在以前所未有的速度变暖<sup>[3]</sup>,积极应对气候变化刻不容缓。

气候是影响风景园林产生和发展的一个重要的因素<sup>[4]</sup>,风景园林的规划设计和建设管理必须考虑气候变化的影响。同时,风景园林的核心是协调人与自然的关系<sup>[5]</sup>,通过固碳释氧、节能减排、缓解城市热岛、弹性设计等,在减缓和适应气候变化方面发挥着不容忽视的作用。针对气候变化造成的气候变暖、

干旱、极端气候事件等<sup>[6]</sup>,风景园林行业持续进行研究和实践,近年基于自然解决方案在风景园林中的应用也受到高度关注<sup>[7]</sup>。

国际风景园林师联合会(International Federation of Landscape Architects, IFLA)呼吁业内及相关行业通过跨学科的合作方式,采取积极行动应对气候变化<sup>[8]</sup>。IFLA气候行动承诺指出:推进联合国可持续发展目标和2040年全球净零碳排放目标,加强城市和社区的宜居性和韧性,倡导气候正义和社会福祉,学习以提升气候应对文化知识,提升在应对气候方面的引领作用。IFLA气候行动引发了一系列思考,包括:风景园林对气候变化的积极作用有哪些,取得了哪些成果?风景园林应对气候变化存在哪些问题,面临什么挑战?风景园林如何通过系统性理论研究和设计方法,更加积极主动地应对气候变化的不利影响?针对上述问题,本研究梳理国内外风景园林应对气候变化的实践和理论,系统阐述“气候积极性设计”概念并探讨其方法和技术体系,旨在发挥风景园林在减少碳排放、提升生物多样性、缓解极端高温天气、培育具有复原力的社区等功能,

收稿日期: 2023-03-22

基金项目:国家自然科学基金面上项目(51878339);中央高校基本科研业务费专项(11042010016;2662021JC009);江苏省社科基金一般项目(19GLB006);江苏省高校哲学社会科学研究重大项目(2019SJZDA020);住建部国际科技合作项目(H20220018)

张雨, E-mail: 123990211@qq.com

通信作者: 付彦荣, E-mail: yanrongfu2003@163.com

为风景园林应对气候变化实践提供借鉴和参考。

## 1 风景园林应对气候变化的实践

国外风景园林应对气候变化实践大体可划分为3类：一是应对气候变化带来的城市洪涝、干旱问题的城市雨洪管理；二是适应气候变化的基于自然的解决方案；三是综合应对气候变化的气候韧性城市探索。其中，围绕城市雨洪管理的实践最为广泛，包括最佳管理措施、低影响开发、绿色雨水基础设施等；基于自然的解决方案包括一系列采用近自然和仿自然措施；气候韧性城市建设从社会、经济、生态、文化等多方面出发，提高城市应对气候变化的抵御力、适应力和恢复力。20世纪以来，国内风景园林在应对气候变化方面展开了积极探索，包括节约型园林、海绵城市、低碳园林等建设实践。

### 1.1 国外相关理论与实践

1)城市雨洪管理。①最佳管理措施(best management practices, BMPs)。BMPs于1970年代起源于北美，其核心是利用综合措施来解决水质、水量等问题，通过收集、短时地存储或引导雨水按照设计渗透进土壤和雨水设施，就近处理雨水，利用综合措施来解决水质、减少径流和控制流速的问题<sup>[9]</sup>。在实践中为适应不断变化的雨洪管理需求，政策、法规和公民教育等非结构性措施与雨水池(塘)、生物滞留、雨

水湿地等结构性措施共同形成了一系列规划、设计和管理方法，同时满足了水文过程、环境和观赏、游憩需求<sup>[10]</sup>。

②低影响开发(low impact development, LID)。1990年代，美国马里兰州乔治王子县(Prince George's County)的环境资源部首次提出了低影响开发理念，指模拟水文循环过程，通过入渗、过滤、蒸发和生物滞留等方式从源头调控暴雨产生的径流和污染<sup>[11]</sup>，从而使开发地区的水文循环尽量接近开发前<sup>[12]</sup>。在实践中，LID的本地化、分散式、小尺度的源头控制技术取代了昂贵的末端雨水管理设施，多种径流控制技术能够适应不同场地的需求，目前已被广泛用于城市雨洪控制与利用、老城区的改造、新城区的规划中，并形成了对应的设计标准和规范<sup>[13]</sup>。

③绿色雨水基础设施。美国西雅图公共事业局(Seattle Public Utilities, SPU)提出的绿色雨水基础设施(green stormwater infrastructure, GSI)，泛指用于雨洪管理领域内的各种绿色生态措施<sup>[14]</sup>，包括但不限于雨水花园、雨水利用系统、生物滞留系统、生物过滤洼地、绿色屋顶、透水路面、雨水塘等措施<sup>[15]</sup>(图1)。以上措施在实践中可根据不同尺度的场地和设计规模，呈现出不同的组合形态，例如绿色停车场、绿色街道、生态公园、雨水花园等<sup>[16]</sup>。



图1 绿色雨水基础设施示意图<sup>[15]</sup>

Fig.1 Green stormwater infrastructure diagram

④水敏性城市设计(water sensitive urban design, WSUD)。水敏性城市设计源于1990年代的澳大利亚，旨在通过城市规划和设计的方法，在水流和水质方面将城市发展对自然水文系统的影响降到最低并保护水生生态系统的健康，WSUD技术以促进滞留、输送、渗透、蒸发、处理、收获等雨水流动的自然过程为目标<sup>[17]</sup>。WSUD涵盖了城市水循环综合设

计的各个方面(供水、排污和雨水管理)，将其纳入战略规划、概念规划到详细设计的城市发展的各个阶段，从而满足水量、水质、水供应、环境舒适等功能(图2)，为城市可持续性水资源管理和城市的适应性、宜居性提供助益<sup>[18]</sup>。

澳大利亚在WSUD实践中已经积累了大量成熟的经验，包括水质管理与再利用、水再生创新型技术



图2 水敏性城市设计目标<sup>[18]</sup>

Fig.2 Design objectives of water sensitive urban design

等。例如,澳大利亚首都领地(Australian Capital Territory, ACT)政府就将WSUD引入住宅地块、街景、社区和屋邨<sup>[19]</sup>,通过减少不透水区域进而减少雨水流失量、收集和处埋本地的雨水和废水减少进口水量、节约用水减少废水产生量、处理和再利用废水减少进入水道的受污染水量,从而确保了城市景观的规划、设计、建设、改造和更新对自然水循环更加敏感。

⑤可持续城市排水系统(sustainable urban drainage system, SUDS)。英国自1960年代开始关注排水系统与环境之间的矛盾,并于2000年颁布了《可持续城市排水系统:苏格兰和北爱尔兰设计手册》,正式确定了“可持续城市排水系统”一词<sup>[20]</sup>。SUDS重点在于源头控制和预防措施,在规划中通过预防手段在源头和小范围内进行雨水截留处理,主要目的是恢复生态系统以保护水循环<sup>[21]</sup>。在实践中,SUDS是雨水/地表水排放技术,关注不透水地表的水收集能力,鼓励废水回收利用系统设置<sup>[22]</sup>,常被配置为雨水实践和技术的集合,组成形成一个可持续的管理系统。

⑥低影响城市设计与开发(low impact urban design and development, LIUDD)。新西兰六年计划(2003—2008)在全国范围内展开了低影响设计与开发的科学研究与实践<sup>[23]</sup>。LIUDD是一个综合的城市设计和开发过程,重点是以很少或者没有额外成本避免常规开发造成的物理化学、生物多样性、社会、经济和舒适性的广泛不利影响<sup>[24]</sup>,其中设计与开发指的是人类活动不会破坏自然过程的思想、方法和实践。LIUDD是一个多维决策的过程,考虑了时间和空间的不同尺度,并将生态系统视为有局限性

的(生态承载力),人类活动必须在局限性内进行才能可持续发展。

2)基于自然的解决方案(nature-based solutions, NbS)。在城市病、生态系统退化、环境污染、全球气候变化等问题的背景下,2008年世界银行提出基于自然的解决方案的发展思路 and 理念,并将NbS作为气候变化适应和减缓的重点投资项目<sup>[25]</sup>,而后国际自然及自然资源保护联盟(International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, IUCN)将NbS定义为通过保护、可持续管理和修复自然或改良的生态系统,从而有效和适应性地应对社会挑战,并为人类福祉和生物多样性带来益处的行动<sup>[26]</sup>(图3)。NbS被联合国气候行动峰会列为全球六项重要行动之一,并发布了世界NbS案例汇编;IUCN通过的首个NbS全球标准,为NbS的运用与推广、理念转化为实践作出了突出的贡献<sup>[27]</sup>。

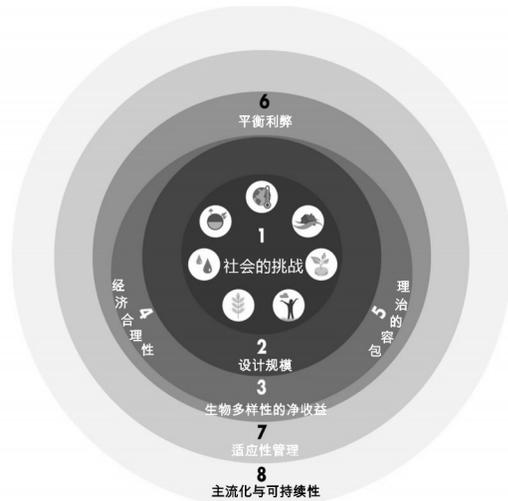


图3 相互关联的8个IUCN的全球标准<sup>[27]</sup>

Fig.3 The eight criteria that make up the IUCN global standard for NbS are all interconnected

3)气候韧性城市探索(the exploration of climate-resilience city)。韧性最早在生态系统相关的科学研究中提出,它决定了系统内关系的持久性,是衡量这些系统吸收状态变量、驱动变量和参数变化并仍然持续存在的能力指标<sup>[28]</sup>。不同研究领域的城市韧性定义不尽相同,但都具有四大基本特点:抵制、恢复、适应和转变(图4),其中气候条件变化与城市规划、城市社区、能源、灾害构成城市韧性研究的五大研究领域<sup>[29]</sup>。城市的气候韧性是城市系统对于气候变化过程的长期影响与极端气候灾害的综合应对<sup>[30]</sup>。目前,城市气候韧性的研究不仅聚焦于适应

气候变化,还强调城市系统的主动性和学习能力,如加强城市预测、吸收已知和未知的威胁并进行重组的能力<sup>[31]</sup>。气候韧性城市总体尚处于理论探索阶段,相关实践处于起步阶段。

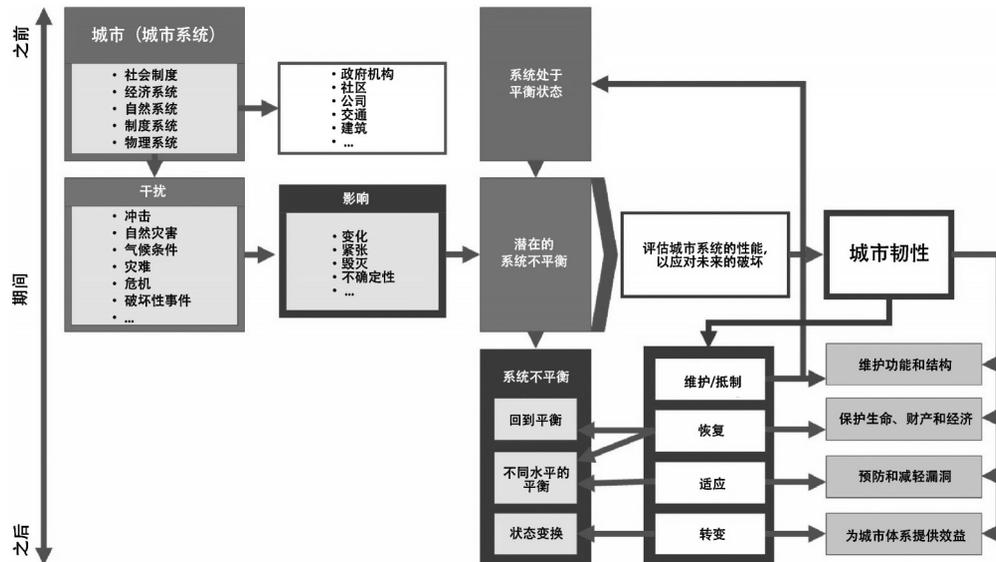


图4 城市韧性<sup>[29]</sup>

Fig.4 Urban resilience

### 1.2 国内相关实践

1)海绵城市建设。在新型城镇化和水安全战略的背景下提出的海绵城市理念,是指城市像海绵一样,在适应环境变化和应对自然灾害等方面具有良好的“弹性”,下雨时吸水、蓄水、渗水、净水,需要时将蓄存的水“释放”并加以利用([https://www.mohurd.gov.cn/gongkai/fdzdgknr/zfhcxjsbwj/201411/20141103\\_219465.html](https://www.mohurd.gov.cn/gongkai/fdzdgknr/zfhcxjsbwj/201411/20141103_219465.html)),就地消纳和利用雨水,最大限度减少城市建设对生态环境的影响,通过保护和恢复自然水文特征,有效缓解城市热岛效应和相关气候风险。2014年以来,国务院和住房城乡建设部相继发布《海绵城市建设技术指南》《海绵城市建设绩效评价与考核办法(试行)》《关于推进海绵城市建设的指导意见》([http://www.gov.cn/zhengce/content/2015-10/16/content\\_10228.htm](http://www.gov.cn/zhengce/content/2015-10/16/content_10228.htm))、《海绵城市建设评价标准》(GB/T 51345—2018)等文件和标准,从政策层面、技术层面、管理层面对海绵城市的建设目标和具体操作做出了系统规定。

随着国家政策的驱动,我国海绵城市建设实践数量呈现指数化上升,各地纷纷颁布海绵城市的建设管理办法及技术导则,推动海绵城市建设实践<sup>[32]</sup>。因海绵城市是一项系统工程<sup>[33]</sup>,实践涉及多个学科专业,其过程也涉及多个关键阶段,而导致实践过程中存在缺乏严格的技术标准导致实践流程不便于重复推广、海绵城市绩效的效验无法实时计算等问题。

2)节约型园林建设。节约型园林是指将节约理念贯穿于规划、建设、管理的全过程,提高资源使用效率,获取最大的生态、社会和经济效益,以落实建设资源节约型、环境友好型社会的要求<sup>[34]</sup>。2007年8月,原建设部提出《关于建设节约型城市园林绿化的意见》,以节约资源与能源、改善生态与环境、人与自然的和谐为目标<sup>[35]</sup>,通过严格保护现有绿化成果、合理利用土地资源、加强科学规划设计、推动科技进步、积极提倡应用乡土植物、大力推广节水型绿化技术、实施自然生态建设等措施([http://www.gov.cn/zwgk/2007-09/04/content\\_736340.htm](http://www.gov.cn/zwgk/2007-09/04/content_736340.htm)),推进园林绿化行业的可持续发展<sup>[36]</sup>。自节约型园林理念提出以来,在城市园林的规划设计、绿地雨水收集利用和建设管理<sup>[37]</sup>等领域得到广泛的实践。节约型园林体现在节地、节土、节水、节能、节材、节力等方面,从本质上讲就是低碳型园林<sup>[38]</sup>,通过固碳释氧、降低园林自身的碳排放、减少建筑能耗等方面积极应对气候变化。

3)低碳园林建设。低碳园林是低碳城市建设的重要内容和载体,是指在风景园林规划设计、建造施工、日常管理和使用的全生命周期内,减少化石能源的使用、降低碳排放,是低能耗、低污染的园林<sup>[39]</sup>。新时期低碳园林在减少碳排放的基础上,也应增加碳吸收,以适应未来气候变化下城市发展和环境条件的需求。为加快推进我国生态文明建设

设、绿色发展和积极应对气候变化,国家发展和改革委员会自2010年开始,已经公布了第三批国家低碳城市试点([http://www.gov.cn/xinwen/2017-01/24/content\\_5162933.htm](http://www.gov.cn/xinwen/2017-01/24/content_5162933.htm))。目前,低碳园林理念已应用于规划设计、建设与运营管理、高碳汇植物群落营造、全生命周期碳汇量化<sup>[40]</sup>等方面的研究与实践中。

### 1.3 国内外现有实践的特点和启示

国内外风景园林应对气候变化现有实践多由政府制定,采用“自上而下”方式推动实施,这种方式有2个主要特点:(1)有助于政策落地和实践展开,往往在短时间内可取得收效;(2)多针对单一的驱动要素,如降雨、高温、二氧化碳排放等,或只研究单独的城市区域而忽视了乡村地区,导致应对气候变化的成效并不显著(表1)。气候变化对于人居环境的影响是多要素驱动的,是复杂的、综合的、系统的,以致

于应对的理念和策略应更为综合和系统,才能取得更好的应对效果。零散的应对气候变化设计方法会制约其实践推广和最终效果,风景园林应对气候变化应更加重视理论向实践的连通,并以问题为导向,构建理论与方法体系,加强多目标协同等。另外,还需明确构建保障体系、制定技术标准和操作指引、建立多部门协作和公众参与机制等,才能取得理想效果。

## 2 气候积极性设计

### 2.1 气候积极性设计的定义

气候积极性设计(climate positive design, CPD)是在自然变化或是人类活动导致的全球气候变化背景下,风景园林通过积极的设计手法、科学与艺术相结合的设计方法,综合发挥减缓和适应气候变化的功能,以节约、韧性、碳中和、生物多样、文化遗产、可

表1 国内外现有风景园林应对气候变化的实践总结

Table 1 Practice summary of existing landscape architecture at domestic and overseas to cope with climate change

项目 Item	概念 Conception	时间 Time	特点 Feature	应对气候变化不利影响的类型 Types of responses to the adverse effects of climate change
	最佳管理措施 Best management practices	1970年代	利用综合措施来解决水质、减少径流和控制流速的问题	雨洪管理 Stormwater management
	低影响开发 Low impact development	1990年代	利用小型、分散化的绿色设施,突出对雨水径流的源头控制	雨洪管理 Stormwater management
	绿色雨水基础设施 Green stormwater infrastructure	/	泛指用于雨洪管理领域内的各种绿色生态措施	雨洪管理 Stormwater management
	水敏性城市设计 Water sensitive urban design	1990年代	以促进滞留、输送、渗透、蒸发、处理、收获等雨水流动的自然过程为目标	雨洪管理 Stormwater management
国外 Overseas research	可持续城市排水系统 Sustainable urban drainage system	1960年代	在规划中通过预防手段在源头和小范围内进行雨水截留处理,主要目的是恢复生态系统以保护水循环	雨洪管理 Stormwater management
	低影响城市设计与开发 Low impact urban design and development	2003年	是以很少或者没有额外成本避免常规开发造成的物理化学、生物多样性、社会、经济和舒适性的广泛不利影响	雨洪管理 Stormwater management
	基于自然的解决方案 Nature-based solutions	2008年	通过保护、可持续管理和修复自然或改良的生态系统,从而有效和适应性地应对社会挑战,并为人类福祉和生物多样性带来益处的行动	生物多样性、温室气体排放等 Biodiversity, greenhouse gas emissions, etc
	气候韧性城市探索 The exploration of climate resilience city	/	城市系统对于气候变化过程的长期影响与极端气候灾害的综合应对	综合应对 Comprehensive response
	海绵城市建设 Sponge city	2014年	城市像海绵一样,在适应环境变化和应对自然灾害等方面具有良好的“弹性”	雨洪管理 Stormwater management
国内 Domestic research	节约型园林建设 The economic landscape architecture	2007年	将节约理念贯穿于规划、建设、管理的全过程,提高资源使用效率,获取最大的生态、社会和经济效益	温室气体排放 Greenhouse gas emissions
	低碳园林建设 Low-carbon garden	2010年	减少化石能源的使用、降低碳排放	温室气体排放 Greenhouse gas emissions

持续等为目标,多维度协调人与自然的关 系,从而达到积极应对气候变化的目的。与以往相关实践和方法对比,气候积极性设计注重考虑应对气候变化的

综合驱动因素和对气候变化的主动应对,综合运用适应和减缓两类应对策略,最终达到人、自然和气候三者可持续发展的理想状态(图5、6)。

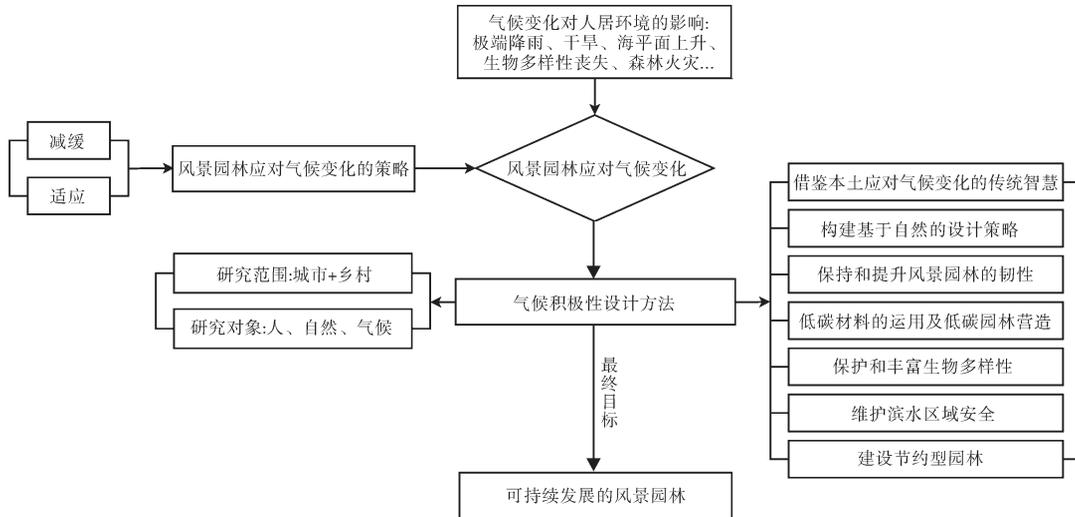


图5 气候积极性设计内涵

Fig.5 Climate positive design connotation

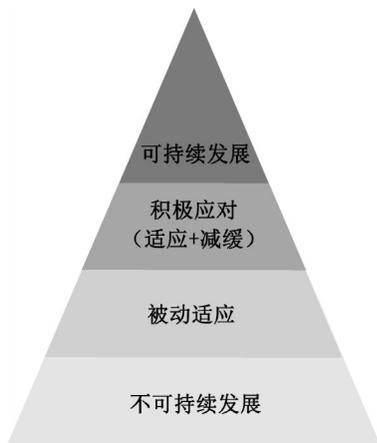


图6 气候积极性设计理想发展目标

Fig.6 Climate positive design ideal development goals

## 2.2 气候积极性设计的特点

区别于现有风景园林应对气候变化实践,气候积极性设计应具备以下5个主要特点:(1)强调应对气候变化的主动性,而不仅是被动的适应或不关心;

(2)强调人居环境的整体性,将城市系统和乡村系统纳入到一起考虑;(3)强调适应和减缓并重,充分发挥风景园林的固碳增汇、生态安全、气候灾害防护等功能;(4)强调应对气候变化综合因素的影响,例如降雨、气温、二氧化碳排放、生物多样性等;(5)强调跨学科合作和创新,加强设计手法和理念的创新转型,发挥风险评估、创新规划设计和跨学科团队的优势(表2)。

## 2.3 气候积极性设计流程和方法

基于国内外应对气候变化的实践,结合气候积极性设计的定义和特点,本研究提出气候积极性设计的方法作为工具包,以指导实践运用(表3)。进行气候积极性设计首先应确定设计目标,例如雨洪管理目标、固碳目标、生物多样性保护目标等;其次是进行规划实践,通过场地分析,确定场地概念设计和细节设计,最后进行方案评估和优化(图7)。

表2 风景园林应对气候变化特点对比分析

Table 2 Comparative analysis of characteristics of landscape architecture in response to climate change

类型 Type	应对类型 Coping type	研究范围 Research scope	涉及气候变化因素 Factors involved in climate change	推广实施方式 Popularization and implementation mode
现有实践 Existing practice	被动适应 Passive adaptation	局部区域 Local area	单一驱动因素 Single driver factors	自上而下 Top-down
气候积极性设计 Climate positive design	主动减缓+适应 Active mitigation + adaptation	强调人居环境整体性 Emphasize the integrity of human settlements	综合驱动因素 Comprehensive driving factors	自下而上 Bottom-up

表3 风景园林气候积极性设计及其针对的气候变化不利影响

Table 3 Climate positive design of landscape architecture and its adverse effects on climate change

应对气候变化策略 Strategies to cope with climate change	气候积极性设计方法 Climate positive design approach	可应对气候变化的主要不利影响 Major adverse effects of climate change to cope with
减缓 Mitigation	低碳材料的运用及低碳园林营造 Application of low-carbon materials and low-carbon landscape construction	气候变暖 Climate warming
	建设节约型园林建设 Resource-conserving landscape construction	极端降雨 Extreme rainfall
	借鉴本土应对气候变化的传统智慧 Draw on local conventional wisdom on climate change	高温、极端降雨、干旱 Heat, extreme rainfall, drought
适应 Adaptation	构建基于自然的设计策略 Build a nature-based design strategy	高温、极端降雨、干旱 Heat, extreme rainfall, drought
	保持和提升风景园林的韧性 Maintain and enhance the resilience of landscape architecture	高温、极端降雨、干旱 Heat, extreme rainfall, drought
	保护和丰富生物多样性 Protect and enrich biodiversity	生物多样性丧失 Biodiversity loss
	维护滨水区域安全 Maintain waterfront security	极端降雨、海平面上升 Extreme rainfall, sea level rise

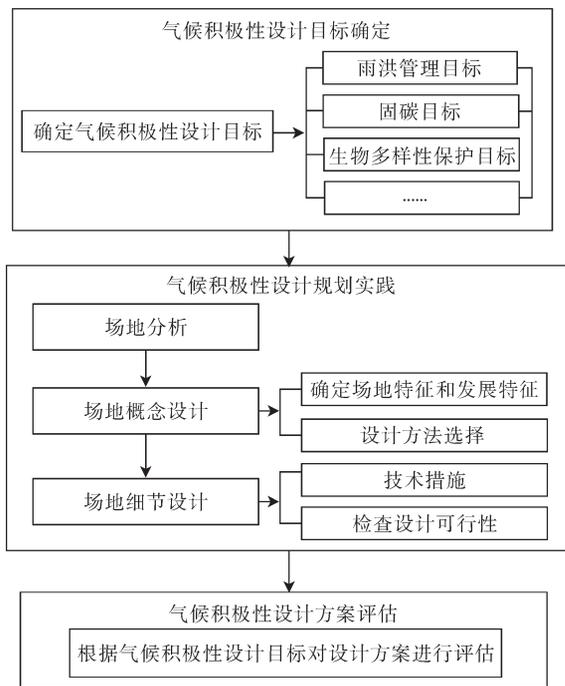


图7 气候积极性设计流程图

Fig.7 Climate positive design flow chart

1)借鉴本土应对气候变化的传统智慧。本土的长辈和祖先在应对气候变化的过程中积累了丰富的保护环境和适应气候变化的智慧,这些智慧和经验是他们在当地的生态系统下,世代产生并传承下来的,并且随着时间的推移而不断适应和丰富。风景园林设计实践中,将传统的技术和工艺与现代的发展模式相结合,推陈出新,以期更好地适应新的气候环境。

2)构建基于自然的设计策略。尊重自然,充分利用自然生态系统的力量,维护自然系统的稳定;保护自然,包括保护和恢复陆地和沿海生态系统;科学利用自然资源,如风能、太阳能、海洋波浪能等;向自然学习,善于从自然中得到启发,构建基于自然的设计策略,例如生物仿生、生物模拟和循证研究等。

3)保持和提升风景园林的韧性。坚持因地制宜原则,科学利用自然地形、水体、现状植被等,统筹蓝绿空间,优化平面和竖向布局,发挥地形对空间的组织和塑造能力,积极影响人的行为和相关气候要素。坚持适地适树原则,以乡土植物为主,营造本土适应性强和气候适应性强的植物群落。坚持因势利导,提升河湖和雨洪管理能力。

4)低碳材料的运用及低碳园林营造。将气候积极性设计理念融入到风景园林的全生命周期,在项目开始前制定项目的具体碳基准;尽量保留场地的原有树木和生态系统、回收利用现场废弃材料、减少对原有场地土壤的干扰;规避高碳元素含量材料的利用,提高场地软硬地面的比例;制定项目可实施的排放目标并努力实施,使用植物堆肥或者有机肥料;在后期维护管理中尽量使用低能耗设备等。

5)保护和丰富生物多样性。多样且丰富的生态系统有助于适应气候变化。在风景园林规划设计过程中,应保护现有生态系统,尽量避免对生境的破坏;使用本土适应气候变化的物种,以增强生态系统的韧性和丰富物种多样性;积极修复已经破坏的栖息地并进行适当地维护;为生物提供栖息地和廊道

协助其生存和迁移等。

6)维护滨水区域安全。对于易受洪水影响的低洼地区、海滨及河边等,以生态安全为导向开展规划设计,以应对可能的安全和生态问题。例如规划未来的洪水影响、适合高流量的基础设施、设计疏散计划和路线等。滨水城市应积极应对海平面上升的影响,在设计时考虑海平面上升导致海水入侵地下水的不良影响;修复重建退化地沿海生态系统,例如红树林、盐沼等;设计建造基础设施以应对沿海风暴,例如防洪堤、自然岛屿等。

7)建设节约型园林。倡导节约用水,综合运用节水技术,包括:回收利用雨水资源;推广节水灌溉;使用智能系统如物联网、传感器、人工智能等最大限度利用水资源。利用可再生能源,积极使用可再生能源设施,例如太阳能电池、风能电池等。实施园林废弃物资源化利用,加强植物枯枝、落叶等的回收和再利用。

## 2.4 气候积极性设计的实施机制

针对气候变化的复杂影响,气候积极性设计采取多策略组合应对和多目标协同的方法,通过多方案比选和优中选优,以取得最为理想的实施效果。气候积极性设计的实施,需要构建相应的价值取向和实施机制。首先,以相应政策为引导和支撑,构建气候问题应对相适应的评价和决策机制;其次,以多学科合作为模式和特点,构建气候问题应对相匹配的知识和方法体系;最后,以社会公众参与为导向和手段,构建社会各层面普遍认同的价值取向和实施途径。

## 3 结语与展望

气候变化是全球共同面临的挑战,风景园林作为一个富有创造力的领域,从1960年代开始就尝试通过规划设计手法来应对气候变化,虽然因气候的复杂性和诸多限制导致设计成果收效甚微,但都为风景园林师了解气候、重新认识自然、思考可持续发展的风景园林规划设计模式打下了坚实的基础。

在现有风景园林应对气候变化实践的基础上,气候积极性设计提出了更为综合和积极的策略和方法体系,具有多学科多专业特点。鉴于气候变化问题的复杂性,气候积极性设计需要传承本土智慧,倡导因地制宜的设计理念,以及多种设计方法的综合运用和多目标协同。同时,气候积极性设计的实施,需要政策引导、多学科合作和社会公众参与作为

保障。

如何利用专业特长,更好地应对气候变化,创造安全韧性宜居的环境,持续创造美好生活是风景园林不懈追求的目标。为了实现这一目标,风景园林气候积极性设计方法需要在未来实践中加以印证,并不断完善和丰富。

## 参考文献 References

- [1] UNCC. United nations framework convention on climate change [EB/OL]. [2023-03-15]. <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/conveng.pdf>.
- [2] UN. What is climate change? [EB/OL]. [2023-03-15]. <https://www.un.org/zh/climatechange/what-is-climate-change>.
- [3] IPCC. Climate change 2021: the physical science basis [EB/OL]. [2023-03-15]. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>.
- [4] 艾伦·巴伯,谢军芳,薛晓飞.绿色基础设施在气候变化中的作用[J].中国园林,2009,25(2):9-14. ALAN B, XIE J F, XUE X F. The role of green infrastructure in climate change [J]. Chinese landscape architecture, 2009, 25(2): 9-14 (in Chinese with English abstract).
- [5] 杨锐,钟乐,赵智聪.在大变局中研发风景园林学的新引擎[J].中国园林,2021,37(11):14-17. YANG R, ZHONG L, ZHAO Z C. New engine for landscape architecture discipline of China in the great changes [J]. Chinese landscape architecture, 2021, 37(11): 14-17 (in Chinese with English abstract).
- [6] 付彦荣.气候变化对园林绿化的影响和应对策略[C]//孟兆祯,陈晓丽.中国风景园林学会2011年会论文集(上册).北京:中国建筑工业出版社,2011:4. FU Y R. The influences of climate change on landscaping and the corresponding coping strategies [C]// MENG Z Z, CHEN X L. Proceedings of Chinese Society of Landscape Architecture 2011 Annual Conference (Volume 1). Beijing: China Building Industry Press, 2011: 4 (in Chinese with English abstract).
- [7] 王志芳,简钰清,黄志彬,等.基于自然解决方案的研究视角综述及中国应用启示[J].风景园林,2022,29(6):12-19. WANG Z F, JIAN Y Q, HUANG Z B, et al. A review of nature-based solutions research perspectives and enlightenments thereof to the application in China [J]. Landscape architecture, 2022, 29(6): 12-19 (in Chinese with English abstract).
- [8] IFLA. IFLA climate action commitment [EB/OL]. [2023-03-15]. <https://www.iflaworld.com/ifla-climate-action-commitment-statement>.
- [9] Middlesex University. Report 5.1: review of the use of stormwater BMPs in Europe [EB/OL]. (2003-08-18) [2023-03-15]. <https://www.leesu.fr/daywater/REPORT/D5-1.pdf>.
- [10] 赵晶.城市化背景下的可持续雨洪管理[J].国际城市规划,2012,27(2):114-119. ZHAO J. Sustainable stormwater management in the background of urbanization [J]. Urban planning international, 2012, 27(2): 114-119 (in Chinese with English

- abstract).
- [11] COFFMAN L. Low-impact development design strategies: an integrated design approach [R]. Prince George's County, Maryland: Department of Environmental Resources, Programs and Planning Division, 1999.
- [12] 赵宇. 低影响开发理念在城市规划中的应用实践[J]. 规划师, 2013, 29(S1): 42-46. ZHAO Y. The application practice of LID theory in urban planning [J]. Planners, 2013, 29(S1): 42-46 (in Chinese with English abstract).
- [13] 刘文, 陈卫平, 彭驰. 城市雨洪管理低影响开发技术研究与利用进展[J]. 应用生态学报, 2015, 26(6): 1901-1912. LIU W, CHEN W P, PENG C. Advances in low impact development technology for urban stormwater management [J]. Chinese journal of applied ecology, 2015, 26(6): 1901-1912 (in Chinese with English abstract).
- [14] Seattle Public Utilities. Green stormwater infrastructure [EB/OL]. [2023-03-16]. <https://www.seattle.gov/utilities/your-services/sewer-and-drainage/green-stormwater-infrastructure>.
- [15] Seattle Public Utilities. Green stormwater infrastructure: overview and accomplishment report [EB/OL]. [2023-03-16]. <https://www.seattle.gov/Documents/Departments/SPU/Documents/GSI-ProgressReport2019.pdf>.
- [16] WANG X C, LU S. Rain landscape strategies based on the green stormwater infrastructure [C]//2015 International Conference on Intelligent Transportation, Big Data and Smart City. December 19-20, 2015, Halong Bay, Vietnam. [S.n.]: IEEE, 2016: 575-579.
- [17] FLETCHER T D, SHUSTER W, HUNT W F, et al. SUDS, LID, BMPs, WSUD and more: the evolution and application of terminology surrounding urban drainage [J]. Urban water journal, 2015, 12(7): 525-542.
- [18] BLAGOJEVIC B, VASILEVSKA L. Evaluating options for water sensitive urban design in the Medijana municipality (Nis, Serbia) [C]//International Conference Contemporary Achievements in Civil Engineering, April 24-26, 2014, Subotica, Serbia. [S.l.]: s.n., 2014.
- [19] ACT Government. Water sensitive urban design [EB/OL]. [2023-03-16]. [https://www.environment.act.gov.au/water/water-strategies-and-plans/water\\_sensitive\\_urban\\_design](https://www.environment.act.gov.au/water/water-strategies-and-plans/water_sensitive_urban_design).
- [20] MARTIN P, TURNER B, WADDINGTON K, et al. PUB C521 sustainable urban drainage systems: design manual for Scotland and Northern Ireland (Withdrawn) [R]. London: CIRIA, 2000.
- [21] SONG C. Application of nature-based measures in China's sponge city initiative: current trends and perspectives [J/OL]. Nature-based solutions, 2022, 2: 100010 [2023-03-22]. <https://doi.org/10.1016/j.nbsj.2022.100010>.
- [22] Office of the Deputy Prime Minister, UK. Planning policy statement: planning and climate change: supplement to planning policy statement 1 [EB/OL] (2007-12-01) [2023-03-16]. [https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/7773/ppl-s-ecotowns.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/7773/ppl-s-ecotowns.pdf).
- [23] ROON M V, GREENAWAY A, DIXON J E, et al. Low impact urban design and development: scope, founding principles and collaborative learning [C]//7th International Conference on Urban Drainage Modelling and the 4th International Conference on Water Sensitive Urban Design; Book of Proceedings. January 1-3, 2006, Monash University, Australia. Clayton Victoria: Monash University, 2006: 531-538.
- [24] ROON M V, ROON H V. Low impact urban design and development: the big picture [M]. Auckland: Manaaki Whenua Press, 2009.
- [25] MACKINNON K, SOBREVILA C, HICKEY V. Biodiversity, climate change, and adaptation: nature-based solutions from the World Bank portfolio [EB/OL]. [2023-03-22]. <https://openknowledge.worldbank.org/server/api/core/bitstreams/5a3ca700-5c7e-5670-bb6c-dd9247a60d7c/content>.
- [26] COHEN-SHACHAME, WALTERS G, JANZEN C, et al. Nature based solutions to address global societal challenges [M]. Gland, Switzerland: IUCN, 2016: 97.
- [27] IUCN. Global standard for nature-based solutions [R]. Gland, Switzerland: IUCN, 2019.
- [28] HOLLING C S. Resilience and stability of ecological systems [J]. Annual review of ecology and systematics, 1973, 4: 1-23.
- [29] RIBEIRO P J G, PENA JARDIM GONÇALVES L A. Urban resilience: a conceptual framework [J/OL]. Sustainable cities and society, 2019, 50: 101625 [2023-03-22]. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101625>.
- [30] TYLER S, MOENCH M. A framework for urban climate resilience [J]. Climate and development, 2012, 4(4): 311-326.
- [31] MEEROW S, NEWELL J P, STULTS M. Defining urban resilience: a review [J]. Landscape and urban planning, 2016, 147: 38-49.
- [32] 魏巍, 白杨, 王忠杰, 等. 海绵城市理念在风景园林规划中的实践: 以西咸新区沣河景观规划为例 [J]. 中国园林, 2021, 37(S1): 28-33. WEI W, BAI Y, WANG Z J, et al. The practice of sponge city in landscape architecture planning: a case study of Fenghe landscape planning and design in Xixian New District [J]. Chinese landscape architecture, 2021, 37(S1): 28-33 (in Chinese with English abstract).
- [33] 张建云, 王银堂, 胡庆芳, 等. 海绵城市建设有关问题讨论 [J]. 水科学进展, 2016, 27(6): 793-799. ZHANG J Y, WANG Y T, HU Q F, et al. Discussion and views on some issues of the sponge city construction in China [J]. Advances in water science, 2016, 27(6): 793-799 (in Chinese with English abstract).
- [34] 付彦荣. 对建设节能型园林的思考 [C]//北京市园林局. 抓住2008年奥运会机遇进一步提升北京城市园林绿化水平论文集. 2005: 5. FU Y R. Thinking on the construction of energy-

- saving garden[C]//Beijing Bureau of Horticulture and Forestry. Papers on seizing the opportunity of 2008 Olympic games to further improve the level of urban landscaping in Beijing. Beijing: [s.n.], 2005; 5 (in Chinese).
- [35] 朱建宁. 促进人与自然和谐发展的节约型园林[J]. 中国园林, 2009, 25(2): 78-82. ZHU J N. Resource-efficient landscape greening accelerating harmonious development between human and nature [J]. Chinese landscape architecture, 2009, 25 (2): 78-82 (in Chinese with English abstract).
- [36] 赵兵, 王健, 范月. 江苏省节约型园林绿化扩展性研究与实践 [J]. 中国园林, 2010, 26(11): 68-71. ZHAO B, WANG J, FAN Y. Extended research and practice of conservation-oriented landscape in Jiangsu Province [J]. Chinese landscape architecture, 2010, 26(11): 68-71 (in Chinese with English abstract).
- [37] 匡伟, 李莎, 周慧荻. 城市公园绿地布局公平性精准化评价方法研究: 以北京市海淀区为例 [J]. 华中农业大学学报, 2022, 41(1): 160-169. KUANG W, LI S, ZHOU H D. Method of accurately evaluating spatial equity of urban park green space: a case study of Haidian District, Beijing [J]. Journal of Huazhong Agricultural University, 2022, 41 (1) : 160-169 (in Chinese with English abstract).
- [38] 张绿水, 龚鹏, 张云. 低碳城市发展背景下的节约型园林建设模式研究 [J]. 广东农业科学, 2012, 39(23): 37-41. ZHANG L S, GONG P, ZHANG Y. Study on the construction mode of economical landscape architecture under the background of low-carbon city development [J]. Guangdong agricultural sciences, 2012, 39 (23) : 37-41 (in Chinese with English abstract).
- [39] 滕明君, 周志翔, 岳辉, 等. 低碳园林的生态学途径 [J]. 中国园林, 2012, 28(4): 40-43. TENG M J, ZHOU Z X, YUE H, et al. Ecological approach of low-carbon urban landscape [J]. Chinese landscape architecture, 2012, 28 (4) : 40-43 (in Chinese with English abstract).
- [40] 包志毅, 马婕婷. 试论低碳植物景观设计和营造 [J]. 中国园林, 2011, 27(1): 7-10. BAO Z Y, MA J T. On the design and construction of low-carbon plant landscape [J]. Chinese landscape architecture, 2011, 27 (1) : 7-10 (in Chinese with English abstract).

## Practice of landscape architecture in responding to climate change and design method of climate initiative

ZHANG Yu<sup>1</sup>, FU Yanrong<sup>2</sup>, SHAO Jizhong<sup>1</sup>, BAI Wanrong<sup>1</sup>, LÜ Xinbei<sup>1</sup>

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

2. China Society of Landscape Architecture, Beijing 100835, China

**Abstract** The adverse effects of global climate change on the production and life of human including extreme drought, sea level rise, and reduced biodiversity are increasingly receiving attention. Landscape architecture can mitigate and adapt to the negative impacts of climate change by coordinating the relationship between humans and nature. Constructing a method and system for landscape architecture in responding to climate change has important and practical significance for better utilizing the functions of landscape architecture and promoting the development of landscape architecture disciplines. Three shortcomings in existing practices including insufficient understanding of the complexity of climate change, a disconnect between theory and practice in addressing climate change, and a lack of guarantee mechanisms for implementation were summarized by reviewing the practices and related concepts of landscape architecture in response to climate change at home and abroad. This article tentatively proposed the design of climate initiative for landscape architecture to positively address the comprehensive driving factors of climate change. The design method and technical system of climate initiative should be constructed from the perspectives of definition, characteristics, processes, methods, and implementation mechanisms. It will provide reference for the practice of designing landscape architecture with climate initiative.

**Keywords** landscape architecture; climate change; the design of climate initiative; mitigation and adaptation; design method

(责任编辑: 陆文昌)