童彤，鲍沁星 . 基于生态系统的适应与减灾理论在国外城市气候规划中的实践研究 [J]. 风景园林，2022，29（1）：102-107.

基于生态系统的适应与减灾理论在国外城市气候规划中的实践研究

The Application of Ecosystem-Based Adaptation and Disaster Risk Reduction in Foreign Urban Climate Planning

童彤 鲍沁星 *

TONG Tong, BAO Qinxing*

开放科学（资源服务）标识码（OSID）

中图分类号：TU986
文献标识码：A
文章编号：1673-1530(2022)01-0102-06
DOI：10.14085/j.fjyl.2022.01.0102.06
收稿日期：2020-12-01
修回日期：2021-10-21

童彤 / 女 / 浙江农林大学风景园林与建筑学院硕士 / 北京一语一成景观规划设计有限公司景观设计师 / 研究方向为风景园林规划与设计

TONG Tong gained her master degree in the School of Landscape Architecture, Zhejiang A&F University, and is a landscape architect of Y3C Atelier. Her research focuses on landscape planning and design.

鲍沁星 / 男 / 博士 / 浙江农林大学风景园林与建筑学院教授、博士生导师 / 研究方向为风景园林规划与设计、风景园林历史理论和遗产保护

通信作者邮箱（Corresponding author Email）：qxbao@zafu.edu.cn

BAO Qinxing, Ph.D., is a professor and doctoral supervisor in the School of Landscape Architecture, Zhejiang A&F University. His research focuses on landscape planning and design, landscape history and theory and heritage protection.

摘要：随着气候变化问题日益凸显，应对气候变化已成为城市可持续发展的关键。在此背景下，基于生态系统的适应（EbA）与基于生态系统的减灾（Eco-DRR）理论逐渐产生并受到关注。当前 EbA 与 Eco-DRR 作为新兴概念，在国外的生态、气候变化、城市设计等领域的研究方兴未艾，其概念、内涵等理论内容已逐步成形并走向实践研究；而国内对 EbA 与 Eco-DRR 理论的相关研究基本处于起步阶段，对于二者在城市层面的规划实践研究尤为缺乏。立足于城市与规划实践 2 个主要视角，首先基于城市维度对 EbA 与 Eco-DRR 的形成、内涵与协同等进行梳理，随后统计国外 22 个主要城市的气候适应规划文件，梳理气候相关规划的重点内容与措施方法，探讨城市应对气候变化问题时 EbA 与 Eco-DRR 理论的运用情况。这有助于将国内的理论与实践研究与国外相关研究成果进行对接，为将来中国城市应对气候问题、建设美丽中国提供经验与借鉴。

关键词：适应气候变化；基于生态系统的适应；基于生态系统的减灾；基于自然的解决方案；气候规划

Abstract: As the problem of climate change becomes increasingly serious, coping with climate change has become the key to sustainable urban development. In this context, ecosystem-based adaptation (EbA) and ecosystem-based disaster risk reduction (Eco-DRR) theories have gradually emerged and received attention. The research on EbA and Eco-DRR, as emerging concepts, is carried out vigorously in the fields of ecology, climate change and urban design in foreign countries. Their concepts, connotations and other theoretical contents have gradually formed and turned to practical research. Meanwhile, the domestic research on EbA and Eco-DRR is just beginning, and the research on the application of EbA and Eco-DRR in cities is relatively lacking. Based on the urban planning and practice perspectives, this research first interprets and discriminates the backgrounds, connotations and synergy of EbA and Eco-DRR. Then it sorts out 22 foreign cities' climate adaptation planning documents, analyzes their focus contents and measures, and explores the application of ecological methods in climate change. It can synchronize research progress at home and abroad, provide experience and reference for Chinese cities to adapt to climate change and build a beautiful China in the future.

Keywords: climate change adaptation; ecosystem-based adaptation (EbA); ecosystem-based disaster risk reduction (Eco-DRR); Nature-based Solutions (NbS); climate planning

0 引言

面对日趋严峻的气候变化问题，城市往往更易受到气候变化及相关次生灾害的影响。起初，以减少温室气体排放为目标的缓解措施是应对气候变化的主要方法，然而缓解措施的效果未达预期，如何适应气候变化逐渐成为城市可持续发展的关键议题 [1]。随后，借助生态系统的功能适应气候变化的理念被引入传统的适应气候变化（climate change adaption, CCA）与减少灾害风险（disaster risk reduction, DRR）的研究中，逐渐形成基于生态系统的适应（ecosystem-based adaptation, EbA）与基于生态系统的减灾（ecosystem-based disaster risk reduction, Eco-DRR）理论。当前，EbA 与 Eco-DRR 理论可帮助城市增强气候适应力与灾害抵御力的观点已得到广泛认可，关于 EbA、Eco-DRR 的理论研究在国

外方兴未艾，国内对这 2 个理论的相关研究主要处于理论的解读与梳理上，对实践运用的研究涉足较少，且尤为缺乏对二者在城市层面规划实践运用的研究。

本研究立足于城市维度，从气候变化与生态系统的相互影响开始，随后阐述在基于自然的理念引导下 EbA 与 Eco-DRR 理论的内涵、差异与协同作用；基于前述研究对国外 22 个主要城市的气候适应规划文件进行梳理，统计其采用的主要措施方法、重点与特点；以此探讨当前 EbA 与 Eco-DRR 理论在城市层面应对气候变化的相关规划实践中的运用情况，为后续中国 EbA 与 Eco-DRR 的运用提供借鉴。

1 EbA 与 Eco-DRR 理论的形成、内涵与协同作用

1.1 气候变化与生态系统

随着全球气候变化问题日益突显，当前生态系统难免受到威胁与挑战。例如，联合国政府间气候变化专门委员会（Intergovernmental Panel on Climate Change，IPCC）在《气候变化与土地特别报告》(*Climate Change and Land*）中指出[2]：全球变暖导致了极端天气的发生频率、强度和持续时间增加，地中海等部分干旱气候区荒漠化风险增加，冰川消融等一系列变化。这些变化在一定程度上使现有的生态系统平衡面临被打破的风险，并将进一步导致更为复杂的生态、社会与经济问题。

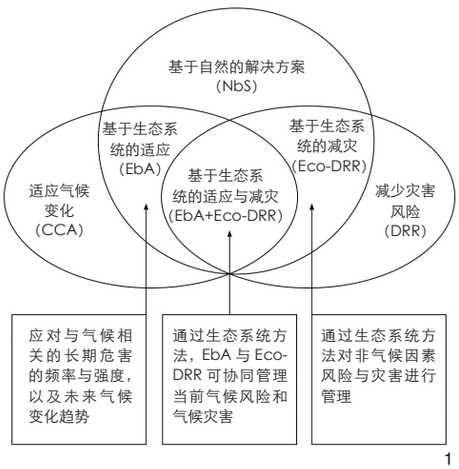
尽管生态系统正面临气候变化的威胁，但其本身对于应对气候变化具有积极的作用。例如，海底的动植物群落有助于从海洋大气中除碳[3]；沿海红树林具有较强的储碳效果，并能降低风浪与潮汐的破坏能力等[4]。正如 Malhi 等[5] 所说："生态系统在碳循环、水循环等循环中的复杂作用使其有助于缓解与适应气候变化问题。"

1.2 基于自然的理念融入：从 CCA、DRR 到 EbA、Eco-DRR

Lawrence 等[6] 与 Booth 等[7] 指出：由于气候问题具有较强的级联效应，应对气候变化问题具有广泛性与复杂性，需不同学科与机构的参与。在此基础上，CCA 理论与 DRR 理论逐渐形成。IPCC 将 CCA 定义为："通过调整自然系统、人类社会或经济系统的方式应对现有或预测的气候影响，以便减轻气候变化造成的损害，或利用气候变化带来的有利机会。"[8] 基于 CCA 理论的主要内容，国际层面已经展开了诸如建立气候适应基金[9]、完善评估框架[10] 等多种合作。相较于 CCA 理论，DRR 理论则起源于灾难管理领域。随着气候变化造成的灾害频率与破坏力倍增，DRR 理论因具有减少灾害脆弱性风险并增强适应力的作用而进入气候变化适应的研究范畴[11]，为应对气候问题增加了相应的灾害学理论与应对策略。

随着适应气候变化相关理论的研究与实践的深入，正如陈梦芸等[12-13] 指出："经济－社会－环境"三者耦合的复合挑战使得单纯的工程技术手段或依赖自然本身的方式已难以满足社会与环境可持续性发展的需求，自然力量在气候适应中的重要作用逐渐受到关注，并与 CCA、DRR 理论结合形成了 EbA 与 Eco-DRR 理论。

EbA 概念于 2008 年《联合国气候变化框架公约》(*United Nations Framework Convention on Climate Change*, UNFCCC）中被首次提出[14-15]，随后《生物多样性公约》（*Convention on Biological Diversity*, CBD）通过两方面阐述了该术语："EbA 利用生物多样性及提供生态系统服务帮助人类适应气候变化问题；EbA 通过可持续管理、保护与恢复生态系统增强气候适应能力"[16]。对于 EbA 理论，Scarano[17] 指出，除了提升生态系统自身适应力的内容外，EbA 理论更是一种结合生物多样性、生态系统服务与社会经济发展的政策组合；Geneletti 等[18] 和 Pauleit 等[15] 认为 EbA 理论相较于传统措施能带来多种社会经济效益；Wamsler 等[19] 学者认为应将 EbA 理论纳入城市主流规划。尽管不同的解读各有侧重，但李鑫等[20] 指出：当前关于 EbA 理论的阐述均认同其通过生态系统优化提升城市韧性、恢复生态系统功能的核心内涵。在具体实践中，城市层面的 EbA 运用主要通过合理管理与利用城市生态系统增强气候适应力，包括蓝绿基础设施的设计与改进（如规划蓝绿空间、建设绿色屋顶等）以及通过生态系统提供的其他类型措施（如采用减少土壤不渗透性的措施等）[18]。当前城市维度的 EbA 研究已逐渐展开，例如 Kazmierczak 等[21] 开发了以城市指导文件和激励政策等为主的案例数据库，Mcvittie 等[22] 和 Geneletti 等[18] 研究了欧洲城市的 EbA 应用等。



1

1 EbA 与 Eco-DRR 术语的形成背景与相互关系[15, 22]
The formation background and interrelationship of EbA and ECO-DRR[15, 22]

Eco-DRR 理论是基于生态系统的理论与 DRR 理论结合所形成的。Estrella 等[23] 将 Eco-DRR 理论定义为："通过对生态系统可持续管理、保护和恢复以减少灾害风险，旨在实现可持续和有弹性的发展。"由于其成因特点，虽然 Eco-DRR 理论作为城市适应气候变化问题的传统方法的重要补充，但这一概念的理论与实践研究内容大部分依然立足于 DRR 理论，其实践运用往往围绕社区层面或滨海等某一特定地理区域展开（图 1）。

1.3 EbA 与 Eco-DRR 理论的差异与协同作用

根据前文可知，气候适应与减灾理论随着基于自然理念的融入衍生出了 EbA 与 Eco-DRR 理论。相较于基于自然的解决方案（Nature-based Solutions, NbS）本身对整合规划、行动方案与治理方法的侧重，Young 等[24] 指出：EbA 与 Eco-DRR 作为与具体项目的衔接，二者的主要内容更多地定位于实践。

比较 EbA 与 Eco-DRR 2 个概念，在其起

源上，EbA 产生于气候相关科学，Eco-DRR 则在灾难应对中逐渐形成[25]；在主要内容上，EbA 着重于增强气候灾害抵御力与对未来的气候变化的适应力，而 Eco-DRR 包含如地震、落石等非气候灾害的应对[23]；在措施方法上，EbA 侧重对气候长期变化及其影响的适应性管理，而 Eco-DRR 着重于灾害预警、监测、响应、恢复与重建[25]；就监测与评估而言，EbA 针对生态系统进行脆弱性评估并制定针对未来变化的规划，而 Eco-DRR 则更关注环境条件与自然灾害关联的危险性、暴露性[25]。

2 种理论虽在起源、侧重点、实施方式等方面存在差异，但由于具有抵御气候灾害这一共同目的，且均基于生态系统管理这一共同方法论，二者具有协同作用的理论基础。在实践运用中许多“适应措施”可以“降低风险”，通过“减少风险”也可以增强“适应”。UNEP 指出[25]：EbA 与 Eco-DRR 的协同运用首先需构建应对未来气候变化的场景；其次需构建通用的术语、评估工具、数据库与知识库；与此同时，在实施中需要采用适应性管理，二者的制度制定、评估与监测方法也需要跨学科和部门展开。

2 研究方法

根据前文可知，EbA 与 Eco-DRR 已有较清晰的理论内涵，两者相辅相成，并逐渐在多专业、多尺度展开实践。Triyanti[26]、Whelchel[27]、Hölscher[28] 等指出亟须变革当前规划，将 EbA、Eco-DRR 乃至其他理论协同整合并纳入主流；欧盟等组织也积极推动相关项目实践，但总体而言，EbA 与 Eco-DRR 作为新兴概念，其在城市中的实践情况仍需进一步探索。本研究旨在结合当前理论成果统计国外主要城市的气候适应规划文件，通过梳理城市气候适应规划的主要措施，探讨城市层面的气候适应实践中对 EbA 与 Eco-DRR 理论的认知与使用情况。本节研究需重点回答以下 3 个问题：1）EbA 与 Eco-DRR 理论在城市气候适应领域是否得到了充分认知并被纳入城市相关规划？ 2）当前的城市气候适应规划实践中采取了哪些 EbA 与 Eco-DRR 措施？ 3）当前城市应对气候变化的规划方法具有哪些特点？并在最后根据研究结果总结经验、提出建议。

表 1 统计的样本城市气候文件清单

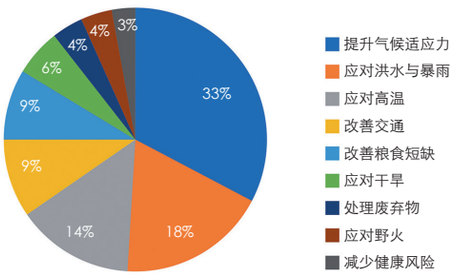
Tab. 1 List of the climate documents of sample cities

城市	文件名称	发布年份
纽约	《纽约 2050》(*OneNYC 2050*)	2019
	《一个更强大、更具有弹性的纽约》(*A Stronger, More Resilient New York*)	2013
伦敦	《伦敦环境战略》(*London Environment Strategy*)	2018
	《伦敦规划》(*The London Plan*)	2016
巴黎	《巴黎气候行动规划》(*Paris Climate Action Plan*)	2018
东京	《东京气候变化适应规划》(*Tokyo Climate Change Adaptation Policy*)	2019
新加坡	《新加坡气候行动规划》(*Singapore's Climate Action Plan*)	2020
洛杉矶	《洛杉矶绿色新政》(*L.A.'s Green New Deal*)	2019
芝加哥	《弹性芝加哥：包容性增长和互联城市规划》(*Resilient Chicago: A Plan for Inclusive Growth and a Connected City*)	2019
	《芝加哥气候行动规划》(*Chicago Climate Action Plan*)	2008
	《在城市设计中加入绿色》(*Adding Green to Urban Design*)	2008
华盛顿特区	《华盛顿特区：气候准备就绪》(*Climate Ready DC*)	2016
悉尼	《适应气候变化》(*Adapting for Climate Change*)	2016
布鲁塞尔	《我们是变革者：布鲁塞尔市气候计划》(法语：*We Are The Change: Plan Climat de la Ville de Bruxelles*)	2018
首尔	《首尔市气候变化应对规划——详细实施规划》(韩语：*서울특별시기후변화대응종합계획수립연구 – 세부시행계획*)	2017
柏林	《柏林 2030 能源与气候保护规划》(*Berlin Energy and Climate Protection Programme 2030*)	2018
	《适应柏林气候变化的影响》(*Adapting to the Impacts of Climate Change in Berlin*)	2016
马德里	《马德里可持续使用能源与预防气候变化》(西班牙语：*Plan de Uso Sostenible de la Energía Y Prevención Del Cambio Climático de la Ciudad de Madrid*)	2014
	《马德里 + 自然》(*Madrid + Natural*)	2019
墨尔本	《2017 年气候变化适应战略更新》(*Climate Change Adaptation Strategy Refresh*)	2017
多伦多	《多伦多的第一个弹性战略》(*Toronto's First Resilience Strategy*)	2019
莫斯科	《莫斯科可持续发展重点》(俄语：Приоритеты устойчивого развития Москвы: энергоэффективность, снижение уязвимости, климатическая адаптация)	2017
阿姆斯特丹	《阿姆斯特丹气候适应战略》(*Strategy for climate adaptation Amsterdam*)	2020
波士顿	《波士顿气候行动规划 2019》(*City of Boston Climate Action Plan 2019 Update*)	2019
	《波士顿气候行动规划 2014》(*2014 Climate Action Plan*)	2014
旧金山	《旧金山市政进度报告：气候与可持续发展》(*San Francisco Municipal Progress Report: Climate and Sustainability*)	2018
	《灾害与气候弹性规划》(*Hazards and Climate Resilience Plan*)	2020
巴塞罗那	《2018—2030 年气候行动规划》(*Climate Plan 2018–2030*)	2018
布宜诺斯艾利斯	《应对气候变化行动规划 2016—2020》(西班牙语：*Plan de Acción frenteal Cambio Climático 2020*)	2016
维也纳	《维也纳市气候变化方案》(德语：*Klimaschutzprogramm der Stadt Wien Fortschreibung 2010 – 2020*)	2010
	《气候变化方案报告》(德语：*Klimaschutzprogramm Bericht*)	2018

2.1 样本选择

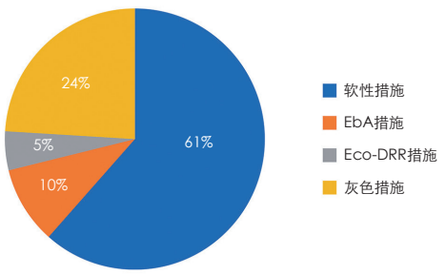
在样本城市的选择上，本研究以 Kearney 全球城市排名[29] 为依据，选择了全球综合实力最强的前 25 个城市的 22 个国外城市（表 1）。

在样本文件的选择上，由于，城市气候适应规划并无统一标准，经梳理，笔者将城市层面的气候适应文件分为 3 种类型：1）城市气候适应规划（plan）、行动（action）、韧性战略（resilience strategy）等针对当地气候问题推出的专项文件；2）城市总体规划中的气候适应相关章节，此类城市或许没有制定气候专项文件，但在其他规划设立专题；3）城市环境规划中涉及应对气候的内容。虽然 3 种



2

2 基于措施目的的分类统计
Classified statistical results of approaches based on purposes and approaches



3

3 基于措施类型的分类统计
Classified statistic results of approaches based on approach type

表 2 使用率在 70% 以上的措施清单
Tab. 2 List of approaches with over 70% utilization rate

措施类型	措施目的	措施内容	应用城市数量	应用城市占比 /%
软性措施	提升气候适应力	加强与其他城市、企业、环保组织合作	22	100
		加强气候宣传培训以促进公众参与	22	100
		建立气候监测系统、定期更新气候数据	21	95
		将气候适应及环境数据纳入各种规划与项目可行性分析	19	86
		完善应对气候变化的组织管理体系	19	86
		完善气候融资与保险体系	18	82
		优化现有能源系统	18	82
		制定可持续景观、建筑技术标准	18	82
		制定补贴激励规划	17	77
		关注气候公平，保护易受影响的人群和社区	16	73
	改善交通	改善城市连接性、增加自行车与人行网络	18	82
	应对洪水与暴雨	进行洪水风险与脆弱性评估	17	77
灰色措施	提升气候适应力	翻新与升级建筑及设施	19	86
	应对干旱	增加和改善供水基础设施	18	82
	应对洪水与暴雨	提升、维护排水基础设施	17	77
EbA 措施	应对高温	植树造林、优化城市绿化	22	100
		绿色屋顶、绿色墙壁等绿色基础设施	20	91
		增加、优化公园与开放空间，营造绿色网络	20	91
	应对洪水与暴雨	雨水花园等雨水收集管理系统	19	86
		减少不透水表面的使用	17	77
Eco-DRR 措施	应对洪水与暴雨	增加绿地、生态湿地等以减少洪涝风险	18	82

文件形式不一，但本质上均为该城市应对气候问题的专项方案。文件选择以该城市最新出台的规划为准，共计 31 份（表 1）。

2.2 措施统计与分类依据

基于表 1 中文件共梳理出 103 条气候适应措施。措施分类依据如下：软性措施及灰色措施的分类基于欧洲环境署（EEA）2012 年的定义 [30]；EbA 措施以 Geneletti 等 [18] 于 2016 年提出的城市地区 EbA 措施为标准；Eco-DRR 措施则参照 Estrella 等 [23] 和 Mcvittie 等 [22] 提出的分类。

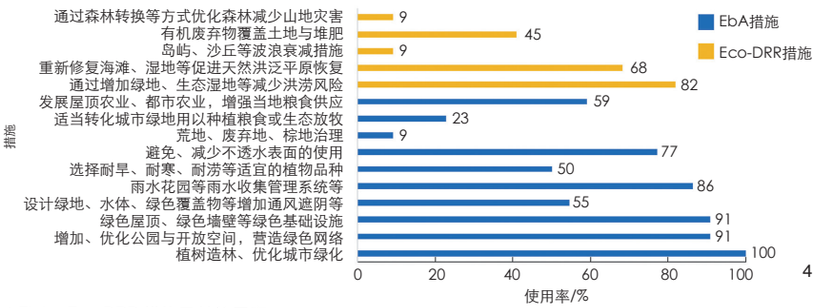
3 统计结果分析

统计结果表明，虽然气候适应文件形式杂乱，但就内容而言已大体形成模式。67% 的措施以解决某一具体问题或风险为目的，例如洪水与暴雨、极端高温等；33% 的措施旨在提升城市气候适应力而无明确的风险指向（图 2）。由此可见当前国外主要城市气候适应规划中更侧重于解决当前气候变化带来的灾害与风险问题，而非适应愈发明显且广泛存在的气候压力。

上述 103 条措施按类型可分为：软性措施（即管理类措施）、灰色措施（即传统的工程措施）、EbA 措施、Eco-DRR 措施 4 种（图 3）。其中软性措施占比 61%，在气候适应规划中占有绝对比重，且灰色措施相较于 EbA 与 Eco-DRR 措施运用更为广泛，当前城市层面的气候适应规划中 EbA 与 Eco-DRR 措施的种类偏少，基于生态系统的规划实践运用仍需进一步拓展。

从使用率角度分析，上述 103 条措施中使用率在 70% 以上的共有 21 个（表 2）。其中就软性措施而言，城市正在气候问题上广泛开展多层级、跨区域的合作，强调气候公平，重视公众参与，注重相关数据平台、技术规范与管理体系的建设。灰色措施的重点则集中在建筑与基础设施的改造和优化。虽然 EbA 与 Eco-DRR 措施的总体数量明显少于灰色措施与软性措施，但在使用率上更胜一筹：使用率 70% 以上的 21 条措施中 EbA 与 Eco-DRR 措施占有 6 条；总共 15 条 EbA 与 Eco-DRR 措施中有 10 条措施使用率在 50% 以上，涉及应对高温、洪涝、干旱、粮食短缺、废弃物处理等多个方面（图 4）。

目前，EbA 与 Eco-DRR 措施在应对高温方面的运用较为广泛。22 个城市均通过植树造林、优化城市绿化来增强高温适应性。例如，在过去 15 年间悉尼在城市街道增植了约 15 000 颗树木 [31]；芝加哥不仅每年拨款约 6 000 万元人民币用以在公共区域植树，还通过政府网站提供私人庭院免费植树服务 [32]。绿色屋顶等绿色基础设施措施在应对高温天气、雨水管理等方面的综合效益使使用率高达 91%。例如，巴塞罗那将绿色屋顶建设纳入全市绿色走廊规划并制定《露台与绿色屋顶指南》以提供技术指导 [33]；纽约在 2019 年通过法令要求所有新建筑必须拥有绿色屋顶或在屋顶覆盖太阳能电池板 [34]。增加、优化公园与开放空间的方法也被 91% 的城市所采用，该措施有利于缓解城市热岛效应，增强防灾应急能力并具有极强的社会效益。例如：伦敦制定了《伦敦绿色网络》并成立绿色空间委员会以整合当前的绿色空间系统 [35]；洛杉矶计划在 2050 年前使所有市民居住区约 800 m（0.5 英里）范围内都有公园或开放空间 [36]。相较之下，通过设



4 EbA、Eco-DRR 措施及其使用率

EbA and Eco-DRR approaches and their utilization rate

计增加通风与遮阴的方法由于受到城市本身现状的限制，使用率较低，而且不同城市的运用方式差异较大。例如，华盛顿特区基于城市热力图在热岛效应突出的地方增加公园、遮阴绿廊与饮水点的建设[37]；伦敦则从建筑入手对其被动式通风设计与遮阴提出要求[38]。

在增强洪水与暴雨适应力方面，大多数城市都关注到了城市绿地、绿色屋顶甚至行道树在雨水收集方面的作用。例如，墨尔本自 2006 年起在行道树下安装雨水收集池以拦截雨水径流[39]；波士顿、巴塞罗那等则对绿色屋顶建设提出雨水收集的设计要求。雨水花园等雨水收集管理系统获得了 86% 的运用率，增加生态湿地以及减少不透水表面的运用也分别获得了 82% 与 77% 的运用率。除此之外，68% 的城市通过恢复部分洪泛湿地或海滩区域以增强洪水灾害适应力。总体而言，基于生态系统的水管理方法通常不需要大兴土木的推翻重建，可通过相对低成本的改造增强城市韧性的同时兼具多重效益。

已有 59% 的城市关注到 EbA 与 Eco-DRR 措施对改善当地粮食缺乏问题的作用。其中，13 个城市指出要发展都市农业；5 个城市提出适当转化城市绿地用以种植粮食或生态放牧。例如，巴黎通过“Parisculteurs”计划增加 100 hm^2 绿色屋顶或墙壁，并将其 1/3 用以发展都市农业[40]。就废弃物问题而言，45% 的城市提出要对其进行可持续管理，例如：芝加哥在《在城市设计中加入绿色》中指出要将落叶等其他庭院废弃物堆肥处理[41]，伦敦提出地方废弃物回收 / 堆肥要力争在 2020 年超过 50%[38]。

就 EbA 与 Eco-DRR 理论运用而言，几乎没有文件直接引用 EbA 或 Eco-DRR 概念，即当前理论研究成果与实践运用存在断层，这与 Geneletti[18]、Zölch[42] 等观察到的情况类似。不过纽约、洛杉矶、马德里与墨尔本已在其气候适应文件中提及 NbS 理论，其余城市的气候文件中也间接采用了“生态系统服务”“蓝色、绿色基础设施”等与 EbA、Eco-DRR 概念相关的内容，并强调其具有“无悔”（no-regret）、多重功能等基于生态系统的特性。可见虽然国外主要城市的气候适应规划中 EbA 与 Eco-DRR 理论尚未得到系统的运用，但其内容已被大多数城市认可，并普遍采取了 EbA 与 Eco-DRR 的相关措施。

4 结论与建议

EbA 与 Eco-DRR 理论作为 NbS 理论的重要内容，研究其在国外城市的运用经验将拓展国内风景园林理论与规划设计研究边界，有助于中国对接国外相关理论与实践研究进展，构建中国与他国交流生态治理经验的共同语汇，为未来中国与国外城市合作应对气候问题搭建桥梁。通过本研究可知，当前国外主要城市的气候适应规划虽无范式，但其采取的方法已初具模式。城市在应对气候灾害方面倾注了更多注意力，软性措施和传统的工程措施仍然是主要的气候应对方法。当前城市中广泛采用的 EbA 与 Eco-DRR 措施主要应对洪水暴雨与极端高温 2 个问题，在处理废弃物、应对干旱等方面有待拓展，在城市滨海区等环境中的运用研究较为空白。总体而言，EbA 与 Eco-DRR 理论在城市适应气候变化中尚未得到系统的运用，但其部分理论内容与措施已运用在相关实践中，如何填补理论与实践的断层需要更多的研究。

EbA 与 Eco-DRR 作为新兴概念，其在城市维度的理论与实践研究仍需继续探索。二者作为 NbS 理论的一环，涉及生态系统服务、自然资本等一系列相关概念，其内涵差异、侧重点与案例均需要进一步展开研究，以促进国内对 NbS 理论的系统性与深层次理解；此外，EbA 与 Eco-DRR 理论与措施虽已得到一定程度的运用，但其依然缺乏较为明确的效益评估标准与相应的实施平台建设，这是未来需要重点研究的问题。

Zölch[42]、Wamsler[43] 等学者均指出需将 EbA 与 Eco-DRR 乃至更多 NbS 理论纳入主流规划领域，而当前研究表明要实现这一目标依然任重而道远：1）气候变化涉及多个学科，也涉及灾害管理、城市建设的多种组织机构，不同区域与层级的机构在规划制定与实施配合中容易缺位与脱节[44-46]；2）当前城市气候相关规划文件普遍缺乏细节性措施，一些项目建成后亦缺乏完善的运营维护，这些问题使得规划的持续推进与维持情况不够乐观；3）气候问题的政治博弈属性导致一些规划的延续性较差。未来中国制定相关规划措施时，需关注其在实施过程中存在的专业、机构、体系间的信息与制度障碍，解决其效益量化与评估标准制定的难题，增强规划的实操性。应借助中国制度优势，通过 NbS 理论的特点弥合差异、突破桎梏，通过自上而下的政策推动与自下而上的实践反馈形成更为综合的城市气候适应模式。

参考文献 (References)：

[1] BETSILL M, BULKELEY H. Looking Back and Thinking Ahead: A Decade of Cities and Climate Change Research[J]. Local Environment, 2007, 12(5): 447-456.

[2] Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate Change and Land[EB/OL]. (2019-11-28)[2020-02-18]. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/11/SRCCL-Full-Report-Compiled-191128.pdf.

[3] SOLAN M, BENNETT E M, MUMBY P J, et al. Benthic-based Contributions to Climate Change Mitigation and Adaptation[J]. Philosophical Transactions of the Royal Society B, Biological Sciences, 2020, 375(1794): 1-11.

[4] DUKE N C, MEYNECKE J O, DITTMANN S, et al. A World Without Mangroves?[J]. Science, 2007, 317: 41-42.

[5] MALHI Y, FRANKLIN J, SEDDON N, et al. Climate Change and Ecosystems: Threats, Opportunities and

Solutions[J]. Philosophical Transactions of the Royal Society B, Biological Sciences, 2020, 375(1794): 1-8.
[6] LAWRENCE J, BLACKETT P, CRADOCK-HENRY N A. Cascading Climate Change Impacts and Implications[J]. Climate Risk Management, 2020, 29: 100234.
[7] BOOTH L, SCHUELLER L A, SCOLOBIG A, et al. Stakeholder Solutions for Building Interdisciplinary and International Synergies Between Climate Change Adaptation and Disaster Risk Reduction[J]. International Journal of Disaster Risk Reduction, 2020, 46: 101616.
[8] FIELD C B, BARROS V, STOCKER T F, et al. Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation: Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change[M]. Cambridge: Cambridge University Press, 2012.
[9] BULKELEY H. Cities and the Governing of Climate Change[J]. Annual Review of Environment and Resources, 2010, 35: 229-253.
[10] PRESTON B L, WESTAWAY R, DESSAI S, et al. Are We Adapting to Climate Change? Research and Methods for Evaluating Progress[EB/OL]. (2019-01-12)[2021-01-28]. https://ams.confex.com/ams/pdfpapers/148838.pdf.
[11] MITCHELL T, VAN AALST M. Convergence of Disaster Risk Reduction and Climate Change Adaptation[EB/OL]. (2008-10-31)[2020-12-02]. https://www.preventionweb.net/files/7853_ConvergenceofDRRandCCA1.pdf.
[12] 陈梦芸，林广思 . 基于自然的解决方案：利用自然应对可持续发展挑战的综合途径 [J]. 中国园林，2019，35（3）：81-85.
[13] 陈梦芸，林广思 . 基于自然的解决方案：一个容易被误解的新术语 [J]. 南方建筑，2019（3）：40-44.
[14] 李晓炜，付超，刘健，等. 基于生态系统的适应（EBA）：概念、工具和案例 [J]. 地理科学进展. 2014，33（7）：931-937.
[15] PAULEIT S, ZÖLCH T, HANSEN R, et al. Nature-based Solutions and Climate Change: Four Shades of Green[M/OL]//Nature-Based Solutions to Climate Change Adaptation in Urban Areas. Switzerland: Springer Nature, 2017: 29-49[2020-08-04]. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-56091-5_3.
[16] Secretariat of Convention on Biological Diversity. Connecting Biodiversity and Climate Change Mitigation and Adaptation: Report of the Second Ad Hoc Technical Expert Group on Biodiversity and Climate Change[EB/OL]. (2009)[2020-08-04]. https://www.cbd.int/doc/publications/cbd-ts-41-en.pdf.
[17] SCARANO F R. Ecosystem-based Adaptation to Climate Change: Concept, Scalability and a Role for Conservation Science[J]. Perspectives in Ecology and Conservation. 2017, 15(2): 65-73.
[18] GENELETTI D, ZARDO L. Ecosystem-based Adaptation in Cities: An Analysis of European Urban Climate Adaptation Plans[J]. Land Use Policy, 2016, 50: 38-47.
[19] WAMSLER C, LUEDERITZ C, BRINK E. Local Levers for Change: Mainstreaming Ecosystem-based Adaptation into Municipal Planning to Foster Sustainability Transitions[J]. Global Environmental Change, 2014, 29: 189-201.
[20] 李鑫，张琰 . 气候变化下中国生态适应性设计在国土空间规划中的策略及本土化：定义、理念框架与解读 [J]. 中国园林，2020，36（4）：73-77.
[21] KAZMIERCZAK A, CARTER J. Adaptation to Climate Change Using Green and Blue Infrastructure. A Database of Case Studies[EB/OL]. [2020-11-21]. http://orca.cf.ac.uk/64906/1/Database_Final_no_hyperlinks.pdf.
[22] MCVITTIE A, COLE L, WREFORD A, et al. Ecosystem-based Solutions for Disaster Risk Reduction: Lessons from European Applications of Ecosystem-based Adaptation Measures[J]. International Journal of Disaster Risk Reduction. 2018, 32: 42-54.
[23] ESTRELLA M, SAALISMAA N. Ecosystem-based Disaster Risk Reduction (Eco-DRR): An Overview[M/OL]//RENAUD F G, SUDMEIER-RIEUX K, ESTRELLA M. The Role of Ecosystems in Disaster Risk Reduction. Tokyo: United Nations University Press, 2013: 26-54[2020-08-06]. https://collections.unu.edu/eserv/UNU:1995/text_808710_9789280812213.pdf.
[24] YOUNG A F, MARENGO J A, COELHO J O M, et al. The Role of Nature-based Solutions in Disaster Risk Reduction: The Decision Maker's Perspectives on Urban Resilience in São Paulo State[J]. International Journal of Disaster Risk Reduction, 2019, 39: 101219.
[25] DOSWALD N, ESTRELLA M. Promoting Ecosystems for Disaster Risk Reduction and Climate Change Adaptation: Opportunities for Integration[EB/OL]. [2020-09-05]. https://www.wetlands.org/publications/promoting-ecosystems-for-disaster-risk-reduction-and-climate-change-adaptation-opportunities-for-integration/.
[26] TRIYANTI A, CHU E. A Survey of Governance Approaches to Ecosystem-based Disaster Risk Reduction: Current Gaps and Future Directions[J]. International Journal of Disaster Risk Reduction, 2018, 32: 11-21.
[27] WHELCHEL A W, REGUERO B G, VAN WESENBEECK B, et al. Advancing Disaster Risk Reduction Through the Integration of Science, Design, and Policy into Eco-engineering and Several Global Resource Management Processes[J]. International Journal of Disaster Risk Reduction, 2018, 32: 29-41.
[28] HÖLSCHER K, FRANTZESKAKI N, MCPHEARSON T, et al. Tales of Transforming Cities: Transformative Climate Governance Capacities in New York City, US and Rotterdam, Netherlands[J]. Journal of Environmental Management, 2019, 231: 843-857.
[29] KEARNEY. A Question of Talent: How Human Capital Will Determine the Next Global Leaders[EB/OL]. (2019)[2021-04-12]. https://www.de.kearney.com/strategy-and-top-line-transformation/article?/a/a-question-of-talent-how-human-capital-will-determine-the-next-global-leaders.
[30] GEORGI B, SWART R, MARINOVA N, et al. Urban Adaptation to Climate Change in Europe: Challenges and Opportunities for Cities Together with Supportive National and European Policies[M]. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Union, 2012.
[31] City of Sydney. Sydney Street Trees: We Manage Planting, Maintenance and Removal in Our Area Responsibly[EB/OL]. [2020-07-01]. https://www.cityofsydney.nsw.gov.au/public-health-safety-programs/sydney-street-trees.
[32] KAUFMAN L. Changes in the Air: a City Prepares for a Warm Long-term Forecast[EB/OL]. (2011-05-22) [2020-07-15]. https://www.nytimes.com/2011/05/23/science/earth/23adaptation.html.
[33] Ajuntament de Barcelona. Guia de Terrats Vius I Cobertes Verdes[EB/OL]. (2016-02-19)[2020-07-18]. https://media-edg.barcelona.cat/wp-content/uploads/2016/02/Guia-terrats-CAT-baixa.pdf.
[34] New York City Mayor's Office of Sustainability. The Climate Mobilization Act, 2019[EB/OL]. (2019-05-19)[2020-07-18]. https://www1.nyc.gov/site/sustainability/legislation/climate-mobilization-act-2019.page.
[35] Mayor of London. All London Green Grid[EB/OL]. (2012-03)[2020-07-20]. https://www.london.gov.uk/what-we-do/planning/implementing-london-plan/london-plan-guidance-and-spgs/all-london-green-grid.
[36] GARCETTI M E. L.A.'s Green New Deal: Sustainable City Plan, 2019[EB/OL]. (2019-04-29)[2020-07-16]. https://plan.lamayor.org/sites/default/files/pLAn_2019_final.pdf.
[37] Department of Energy & Environment. Climate Ready DC: the District of Columbia's Plan to Adapt to a Changing Climate[EB/OL]. (2016-11)[2020-07-16]. https://doee.dc.gov/sites/default/files/dc/sites/ddoe/service_content/attachments/CRDC-Report-FINAL-Web.pdf.
[38] Mayor of London. The London Plan[EB/OL]. (2017-04-23)[2020-07-20]. https://www.london.gov.uk/sites/default/files/the_london_plan_2016_jan_2017_fix.pdf.
[39] Urban Water, City of Melbourne. Raingarden Tree Pit Program[EB/OL]. [2020-07-18]. http://urbanwater.melbourne.vic.gov.au/projects/raingardens/little-collins-street-tree-pits/.
[40] City of Paris. Paris Climate Action Plan: Towards a Carbon Neutral City and 100% Renewable Energies[EB/OL]. [2020-07-18]. https://cdn.paris.fr/paris/2019/07/24/1a706797eac9982aec6b767c56449240.pdf.
[41] City Plan Commission. Adding Green to Urban Design: a City for Us and Future Generations[EB/OL]. (2008-11-20)[2020-07-21]. https://www.chicago.gov/content/dam/city/depts/zlup/Sustainable_Development/Publications/Green_Urban_Design/GUD_booklet.pdf.
[42] ZÖLCH T, WAMSLER C, PAULEIT S. Integrating the Ecosystem-based Approach into Municipal Climate Adaptation Strategies: The Case of Germany[J]. Journal of Cleaner Production, 2018, 170: 966-977.
[43] WAMSLER C, WICKENBERG B, HANSON H, et al. Environmental and Climate Policy Integration: Targeted Strategies for Overcoming Barriers to Nature-based Solutions and Climate Change Adaptation[J]. Journal of Cleaner Production, 2020(247): 119154.
[44] SPERLING F, SZEKELY F. Disaster Risk Management in a Changing Climate: Discussion Paper Prepared for the World Conference on Disaster Reduction[C/OL]. Washington, D.C: The Vulnerability and Adaptation Resource Group, 2015[2021-08-05]. https://www.unisdr.org/files/7788_DRMinachangingclimate1.pdf.
[45] GERO A, MÉHEUX K, DOMINEY-HOWES D. Disaster Risk Reduction and Climate Change Adaptation in the Pacific: The Challenge of Integration[EB/OL]. (2010-04) [2021-03-15]. https://www.sprep.org/att/irc/ecopies/pacific_region/563.pdf.
[46] SCHIPPER L, PELLING M. Disaster Risk, Climate Change and International Development: Scope for, and Challenges to, Integration[J]. Disasters, 2006, 30(1): 19-38.

图表来源 (Sources of Figures and Tables)：

图 1 由作者参考文献 [15, 22] 绘制，其余图表均由作者绘制。

（编辑 / 刘昱霏）