

WWF的使命是
遏制地球自然环境恶化，
创造人类与自然和谐相处的
美好未来。

WWF

Working to sustain the natural world for the benefit of people and wildlife.

together possible™

panda.org

© 2020
Paper 100% recycled

© 1986 Panda symbol WWF – World Wide Fund for Nature (Formerly World Wildlife Fund) ® "WWF" is a WWF Registered Trademark. WWF, Avenue du Mont-Bland, 1196 Gland, Switzerland Tel. +41 22 364 9111 Fax +41 22 364 0332.

For contact details and further information, please visit our international website at www.panda.org



战略合作伙伴
STRATEGIC
PARTNERS

WWF

ONE PLANET
一 个 地 球

城市生物多样性框架研究

本报告与以下
机构合作完成

北京清华同衡规划设计研究院有限公司
BEIJING TSINGHUA TONGHENG URBAN PLANNING & DESIGN INSTITUTE

课题总负责人

袁　昕	北京清华同衡规划设计研究院有限公司	院长
卢思骋	世界自然基金会(瑞士)北京代表处	首席代表

课题执行负责人

邹　涛	北京清华同衡规划设计研究院有限公司生态城市研究所	所长
李　楠	世界自然基金会(瑞士)北京代表处	政策项目主任

专题负责人

程玺悦	北京清华同衡规划设计研究院有限公司生态城市研究所	项目经理

课题组成员

王晓利	北京清华同衡规划设计研究院有限公司生态城市研究所	规划师
周　戬	北京清华同衡规划设计研究院有限公司生态城市研究所	规划师
张东旭	北京清华同衡规划设计研究院有限公司生态城市研究所	规划师
赵　欣	北京清华同衡规划设计研究院有限公司生态城市研究所	规划师
程洁心	北京清华同衡规划设计研究院有限公司生态城市研究所	主任工程师
单诗尧	世界自然基金会(瑞士)北京代表处	项目专员

感谢世界自然基金会绿色金融专家杜红霞、海洋专家杨松颖为本报告提供的技术支持。

北京清华同衡规划设计研究院有限公司简介

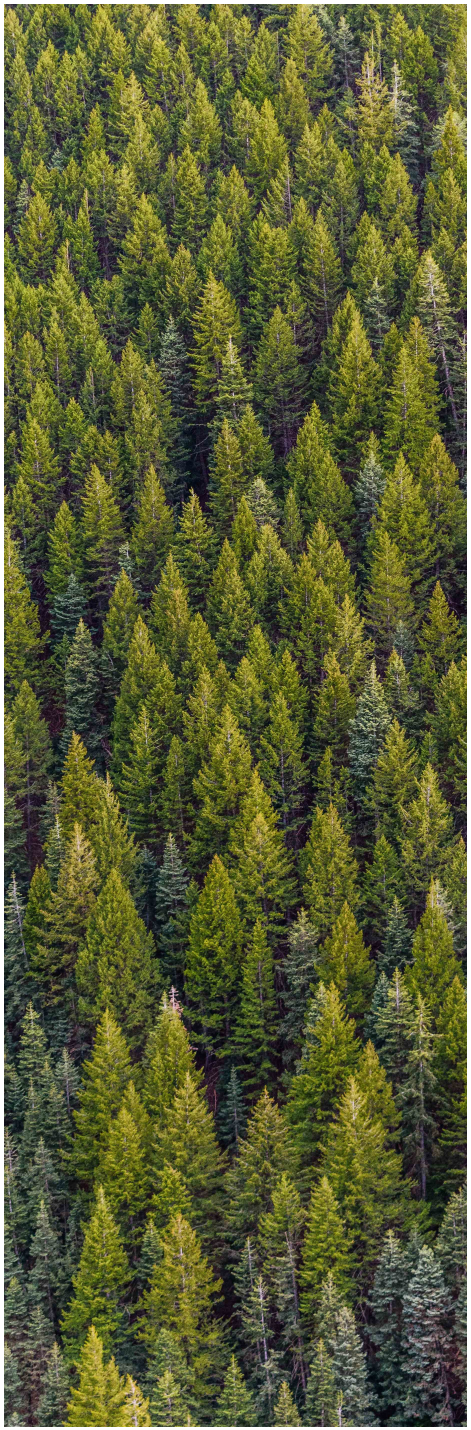
北京清华同衡规划设计研究院有限公司（以下简称“清华同衡”）是清华大学下属的全资国企。依托清华大学的综合学科与产业优势，通过城乡规划设计咨询，致力于开展国家与地区宏观发展政策研究，以及具体的人居环境建设工程的技术研究与实施，为国家部委、各级政府部门、企业等提供研究和咨询服务。

清华同衡生态城市研究所是以绿色生态城市和城乡可持续发展为核心领域的一级独立专业所，研究内容包括生态文明与绿色发展政策、指标体系设计与绩效评估、城市管理、国土空间规划、城乡生态空间、流域战略、生态修复、特色小镇、生态景观、湿地保护与发展、城市水系与水环境综合治理等，长期关注气候变化、人居质量、城市生物多样性和社区可持续发展等热点问题。



世界自然基金会 (WWF)

世界自然基金会 (World Wide Fund for Nature) 是在全球享有盛誉的、最大的独立性非政府环境保护组织之一。WWF 于 1961 年成立，总部位于瑞士格朗。WWF 在全世界超过 100 个国家有办公室、拥有 5000 名全职员工，并有超过 500 万名志愿者。WWF 的使命是遏止地球自然环境的恶化，创造人类与自然和谐相处的美好未来。



目录

目录
引言 …… 01
一、研究背景 …… 02
（一）我国生物多样性现状与保护行动 …… 02
（二）被忽视的城市生物多样性 …… 04
（三）《生物多样性公约》及中国行动 …… 04
二、愿景和研究意义 …… 06
（一）愿景 …… 06
（二）目的和意义 …… 06
三、城市生物多样性 …… 07
（一）生物多样性 …… 07
（二）城市生物多样性 …… 08
（三）城市生物多样性的特殊性和复杂性 …… 09
（四）城市生物多样性相关概念 …… 09
1 生态系统服务 …… 09
2 基于自然的解决方案 …… 09
3 基于生态系统的适应 …… 09
4 气候变化 …… 10
5 城市微气候 …… 10
6 生态保护红线 …… 10
7 河湖水系湿地 …… 10
8 绿色基础设施 …… 10
9 城市绿地系统 …… 11
10 外来物种入侵 …… 11
四、城市生物多样性战略的制定 …… 12
（一）原则的制定 …… 12
（二）目标的制定 …… 13
五、城市生物多样性调查 …… 13
（一）为什么要做城市生物多样性调查 …… 13
（二）调查内容与方法 …… 13
（三）组织开展城市生物多样性调查 …… 14
（四）常见问题 …… 15
六、城市生物多样性策略与行动计划 …… 15
策略 1：加强调查、记录和科学研究，建立共享信息平台 …… 17
行动 1. 建立城市生物多样性调查体系 …… 17
行动 2. 搭建信息共享平台，加强知识共享 …… 17
行动 3. 制定城市动植物物种清单和外来入侵物种名录 …… 17
行动 4. 鼓励和促进相关研究 17
策略 2：将城市生物多样性理念纳入国土空间规划 …… 18
行动 5. 构建分级分类生物多样性保护体系 …… 18
行动 6. 结合自然保护地体系，划定并保护自然保护区和自然公园 …… 18
行动 7. 加强海洋保护地网络建设与管理，保护海岸生态系统 …… 18
行动 8. 结合双评价、城市主导功能分区和三区三线考虑城市生物多样性 …… 18
行动 9. 构建整体性、多层次的生态网络 …… 19
策略 3：修复城市受损空间，改善城市生态环境 …… 19
行动 10. 实施生态修复，恢复城市受损空间 …… 20
行动 11. 改善水生态环境 …… 20
行动 12. 近自然设计，营造多样化生态景观 …… 20
策略 4：将生物多样性纳入城市政策法规和管理决策 …… 21
行动 13. 完善相关法律法规体系，加强立法保护 …… 21
行动 14. 重视基于自然的解决方案，合理制定土地使用计划与综合管理 …… 21
行动 15. 将生物多样性纳入多部门管理决策 …… 21
行动 16. 建立技术标准及指标体系，提高生物多样性评估能力 …… 21
行动 17. 全面禁止非法野生动物贸易，加强野生动物疫病监测 …… 22
策略 5. 探索绿色金融，增加城市生物多样性投资 …… 22
行动 18. 创造外部有利条件 …… 22
行动 19. 建立合理投资回报机制，拓展绿色投融资渠道 …… 22
行动 20. 丰富绿色项目的参与主体 …… 23
行动 21.　鼓励金融产品创新 …… 23
策略 6：提高城市生物多样性保护的市民意识和社会参与度 …… 24
行动 22. 加强教育与宣传，提高认识和保护意识 …… 25
行动 23. 推广生物多样性志愿服务活动 …… 25
行动 24. 鼓励公众参与调查收集生物多样性资料 …… 25
行动 25. 建立广泛的生物多样性保护伙伴关系 …… 25
七、定期监测与核查 …… 25
八、城市生物多样性战略工作核查表 …… 26
附录　生物多样性调查方法 …… 29
一、生物多样性层面调查方法 …… 29
1.1 基因多样性调查方法 …… 29
1.2 物种多样性调查方法 …… 29
1.3 生态系统多样性调查方法 …… 30
1.4 景观多样性调查方法 …… 30
二、生态系统服务层面调查 …… 31
三、认知层面调查 …… 31
四、保护与管理层面调查 …… 31
参考文献 …… 33

序



王石 Wang Shi

深圳市一个地球自然基金会理事会主席

和很多朋友一样，我热爱自然，享受在自然中或休闲或挑战自我的时光，或爬山，或划艇。今年上半年，新冠疫情在全球的蔓延，暂时打乱了我们的脚步，却也迫使我们思考人类与自然的关系。自然为我们提供休憩的环境，美的享受，但最重要的是，大自然提供了一系列的生态服务功能，是维系人类生产和生活的基石。

但自然离我们很远吗？其实不然。在我们的城市中，自然其实也无处不在，城市自然生态可以降低城市热岛效应、净化水体、美化环境，也有不少的物种和我们共享城市空间。想让更多人意识到大自然的重要性，可以从介绍、研究城市中公众身边的生物多样性开始做起。因此，我很高兴看到一个地球自然基金会、世界自然基金会和清华同衡规划设计研究院联合开展的《城市生物多样性框架》研究，它结合中国城市生物多样性保护的特点、现状以及现有政策工具，重点提出了有中国特点的改进城市生物多样性的原则、目标、以及 6 大策略和 25 个行动，为城市管理者加强生物多样性主流化提供了参考。

城市让生活更美好，生物多样性让城市更灵动。为了更好地保护身边的自然，我们需要更深刻地思考人与自然的关系，更科学地认识和规划我们的城市。几个月前，我在以色列特拉维夫市参观了一个鸟类保护区。这个保护区建在在城市中心，由志愿者维护，为市民免费提供了一个在都市中亲近自然、认识自然的机会。在国内，也有越来越多的城市，意识到保护城市自然生态的重要性，比如深圳也在保护红树林等在地重要的生态系统。希望这份报告可以作为一个引子，推动更多的城市加入这一进程，通过保育生物多样性、提高城市气候韧性，共同建设人与自然和谐的美丽城市。



©田穗兴/WWF中国

序



袁昕 Yuan Xin

北京清华同衡规划设计研究院院长

由于人类活动的影响，大自然正面临前所未有的衰退。据联合国评估，全球有 100 万物种正因人类活动而遭受灭绝威胁。

快速发展与扩张中的城市，正在给全球的生物多样性保护带来前所未有的严峻挑战。城市作为人类活动的主要承载场所，虽仅占据全球陆地表面积的 2%，但其高强度的生产消费活动，却对城市及城市以外的广大地区造成深远影响。随着人类活动空间的蔓延扩张，人类聚居场所逐渐渗入进许多濒危物种的栖息地，与它们的生存空间相互交错，它们与人类共享着同一个居住环境。

长期以来，城市与自然被看待成对立的两个系统，城市在生物多样性保护和发展中的重要性被普遍忽略，城市生物多样性作为生物多样性的特殊组成部分，没有得到足够的重视和充分地研究。此刻，新冠病毒全球肆虐，以繁华都市为荣耀的人类文明，如何真正实现与大自然和谐共处，我们又应该如何在高强度人类活动与野生动物的生存发展之间建立相对稳定的平衡关系，如何最大程度地确保人类与其它物种之间的和谐共生，都是当下亟待破解的重要课题。

新时代在生态文明发展理念引导下的规划体系改革，迫切需要将城市生物多样性问题纳入研究视野。适逢联合国《生物多样性公约》第十五次缔约方大会即将在我国举办，清华同衡与世界自然基金会和深圳市一个地球自然基金会联合开展研究，试图针对城市生物多样性问题，结合我国国情，提出较为全面并具有一定普适性的策略框架和行动计划，以期为相关领域的工作提供参考和借鉴。

此项研究仅是一个开端，未来我们仍将持续推进生物多样性在规划领域的相关工作。诚挚期盼能与诸多朋友一起，共同推动城市生物多样性相关工作，为我国生物多样性保护和发展贡献一份力量，共同描绘人与自然和谐共生的中国未来图景。



序

城市，是人类文明桂冠上的明珠。它创造了巨额的财富，提供了交流的便捷，信息、商贸、艺术、技术，各种资源在这里汇聚、碰撞、再创造。与此同时，城市对木材、水和能源的消耗也在不断增长；它产生的垃圾、污水、废气的排放更在持续加剧。改善人类生活的同时，城市，似乎也在不断透支人类的未来。

当城市的边界向荒野推进，野生动物栖息地在一点点被侵蚀；为了供养这个庞然巨物，农业和畜牧业，也从原先田园牧歌式的散养，向集约化生产转变。人兽共患疾病风险，在这个过程中愈发加剧，生态安全和健康，成了人类新的挑战。



卢思骋 Lo SzePing

世界自然基金会（瑞士）北京代表处
首席代表

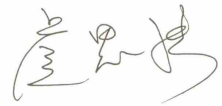
再来到更宏观的角度，气候变化与生物多样性下降，正形成相互影响的全球性危机，但人类对发展的追求并不会减少。生物多样性的保护，正面临前所未有的挑战，这一挑战不仅发生在自然保护区，也发生在全球 41 亿人生活的城市中。

为此，世界自然基金会（瑞士）北京代表处联合清华同衡规划设计研究院、深圳市一个地球自然基金会共同开展的《城市生物多样性框架》研究，在梳理城市生物多样性概念的基础上，提出了有中国特点的加强城市生物多样性的原则、目标、以及策略和行动。其中，将生物多样性概念与国土空间规划结合、大力修复城市生态受损空间、将生物多样性纳入城市政策法规和管理决策、增加城市生物多样性投资等策略，为城市管理者提供了操作参考。

城市生物多样性是典型的跨领域议题，具有相当程度的复杂性，同时城市间在自然禀赋和发展阶段存在多样性。本报告作为我们的首次尝试，显然还有许多改进空间。希望愿与各界伙伴特别是城市管理者携手合作，结合将在中国昆明举行的《生物多样性公约》第十五次缔约方大会，向世界展示中国全方位生态文明建设的成果，并积极参与后 2020 年全球生物多样性治理，推动建设人与自然和谐的美丽城市。

我们是爱自然还是爱人间，这不应该是非此即彼的选择。中国的传统山水画里，总是有人的痕迹。大山大河的开合间，总有一间房子，一条小舟，或一个老翁。我们从来没有把人和自然对立起来，天人合一既是一种理想，更是一种追求。推动城市中生物多样性的研究与保护，正是我们源着先人的智慧，继续追寻的一点努力。

绿水青山就是金山银山，并不是更多的环境保护意味着更少的经济发展，或者是要发展经济，就要牺牲环境。如果消解了环境与发展你死我活的角力，解开人和自然二元对立的矛盾，把这个此消彼长的零和游戏，从死胡同中破局出来，柳暗花明，或许我们就可以有更豁然的想象。



引言

近年来，全球生态环境持续恶化，物种灭绝速度的增长远超人类预期，全球生物多样性保护正面临前所未有的挑战。为应对这一严峻挑战，扭转全球生物多样性丧失趋势，将在中国昆明举办的《生物多样性公约》第十五次缔约方大会（以下简称“CBD COP15”）具有里程碑式意义——大会旨在达成一份“2020 年后全球生物多样性框架”，以规划未来十年的全球生物多样性保护工作目标并强化执行机制。

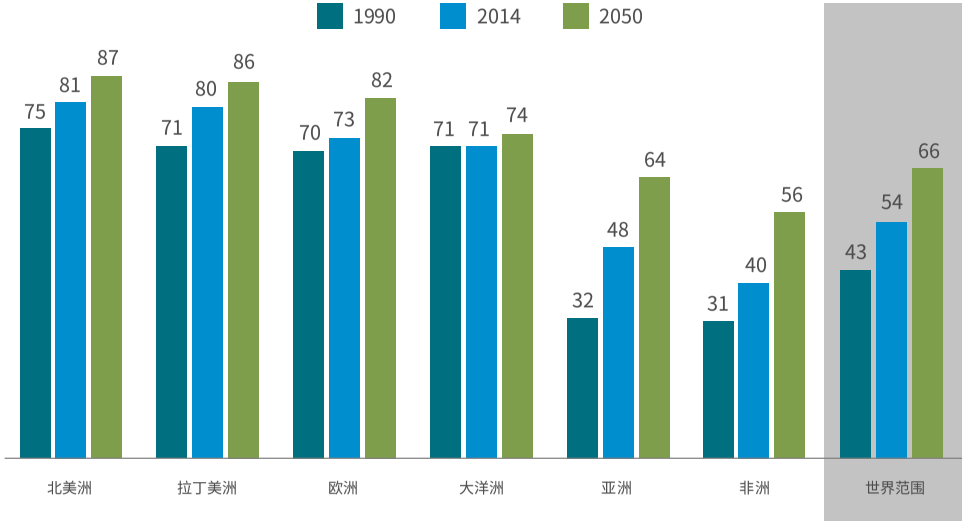
随着全球城镇化浪潮不断推进，**到 2050 年，全球城市人口的比例预计将超过 68%**[1]**。2019 年末中国的城镇化率为 60.60%**[2]，未来还将有更多的人口陆续进入城市。城市已成为人类居住生活的最重要空间，根据 J.Button、Hirsh、F.Ratzel 等人对城市的定义 [3]，城市可概括为具有相当面积和人口聚集，经济活动和经济市场相互交织的连片地理区域。**城镇建成区及其周边非建成区，是城市生物多样性的关注范围。**

城市中或周边的保护区中存在天然或人工的生态系统，不仅是物种相对丰富的地区，也为城市提供多项生态服务，如保护城市自然生态及本地物种、涵养水源、调蓄洪水、调节气候与降低城市热岛效应、减少能量的损耗、净化污染、美化城市环境等。有研究表明，全球变化和人类活动引起的生物多样性丧失将会对生态系统功能产生诸多不利影响，如生产力下降、养分循环失衡等 [4]。此外，城市生物多样性满足了城市居民的文化娱乐需求，而且对提高城市居民的环境保护意识有着重要的社会价值，对城市环境的改善和城市的可持续发展具有重要的作用和意义。然而城镇化为人们带来便利的同时，也带来了不可忽视的负面影响，如城市的扩张导致城市环境恶化和生物多样性丧失。诸多研究表明，城市化是生物多样性降低、外来种入侵和本地种灭绝的重要原因 [5][6]，城市物种组成的同质性也使城市生物多样性面临着重要的挑战 [7]。

生态系统服务和生物多样性将有助于城市可持续发展建设，而地方政府是城市生物多样性保护的重要利益相关方之一。为此，世界自然基金会拟开展面向地方政府的以“城市生物多样性框架研究”为主题的研究及倡导工作，探索将生物多样性保护纳入城市发展战略路径，寻找城市可持续发展的自然解决方案。

到 2050 年，全球城市人口的比例预计将超过 68%

居住在城市地区的人口的百分比（单位 %）



数据来源：美国统计局

一、研究背景

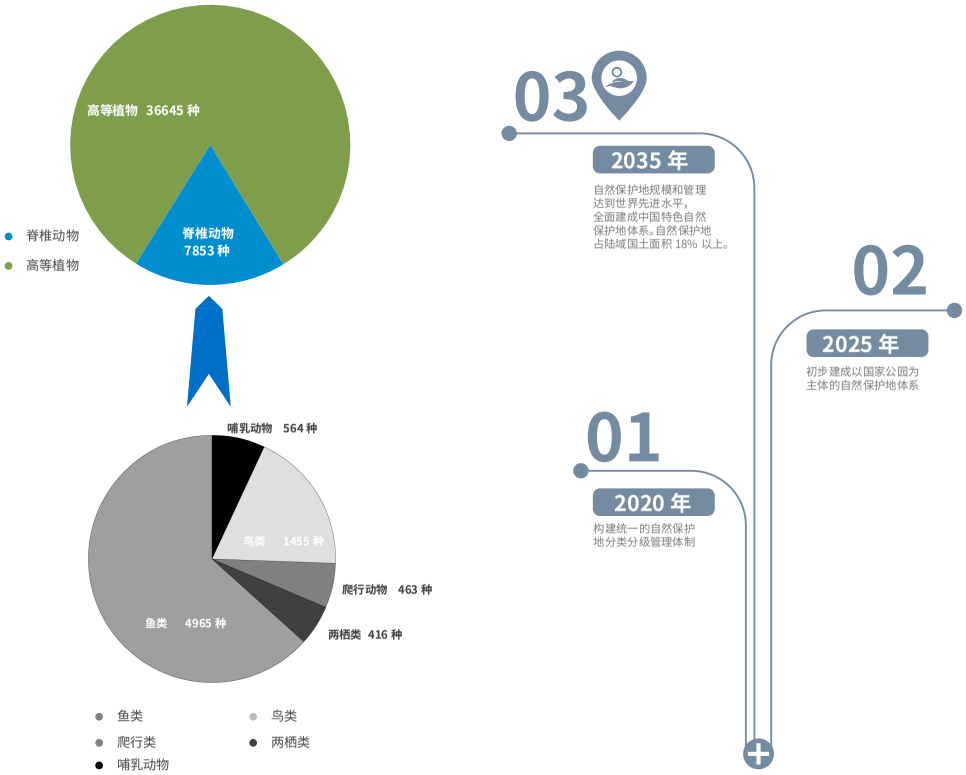
（一）我国生物多样性现状与保护行动

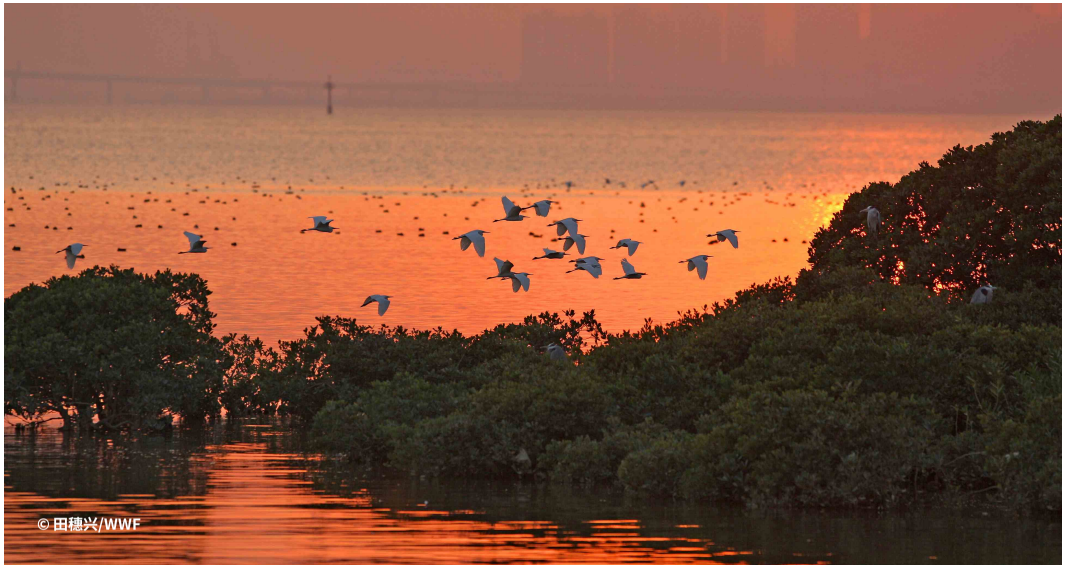
我国地域辽阔，气候、地形复杂，物种资源极为丰富，是地球上生物多样性最丰富的国家之一。**据《中国生物物种名录 2019》统计，我国拥有高等植物 36645 种；脊椎动物 7853 种，其中，哺乳动物 564 种，鸟类 1445 种，爬行动物 463 种，两栖类 416 种，鱼类 4965 种** [8]**。我国具有地球陆地生态系统的各种类型，包括森林、灌丛、草原、草甸、荒漠、湿地等** [9]**，以及黄海、东海、南海、黑潮流域大海洋生态系统。**

我国虽然是世界上生物多样性最为丰富的国家之一，但由于人口众多，加之历史上滥砍滥伐、垦殖开荒、过渡利用等致使生物多样性遭受了严重的破坏，面临生态系统功能不断退化、物种濒危程度加剧、遗传资源不断丧失和流失的严重威胁 [9][10]。

1994 年和 2010 年，我国先后制定了《中国生物多样性保护行动计划》和《中国生物多样性保护战略与行动计划》（2011-2030 年），明确划定 32 个内陆陆地及水域生物多样性保护优先区域以及 3 个海洋及海岸生物多样性保护优先区域，为全国的生物多样性保护筑牢了安全底线。

2019 年，中共中央办公厅、国务院办公厅印发了《关于建立以国家公园为主体的自然保护地体系的指导意见》，明确了建成中国特色的以国家公园为主体的自然保护地体系的总体目标。同时提出三个阶段性目标任务：**到 2020 年，构建统一的自然保护地分类分级管理体制；到 2025 年，初步建成以国家公园为主体的自然保护地体系；到 2035 年，自然保护地规模和管理达到世界先进水平，全面建成中国特色自然保护地体系。自然保护地占陆域国土面积 18% 以上。**





截至 2019 年，我国共建立了 2750 个自然保护区，总面积达到 147 万平方公里，占到陆域国土面积的 15%，加上各类自然保护地 11029 处，总面积占到陆域国土面积的 18%，提前实现联合国《生物多样性公约》提出的到 2020 年保护地面积达到 17% 的目标 [11]。



中国自然保护区体系图 [12]

（二）被忽视的城市生物多样性

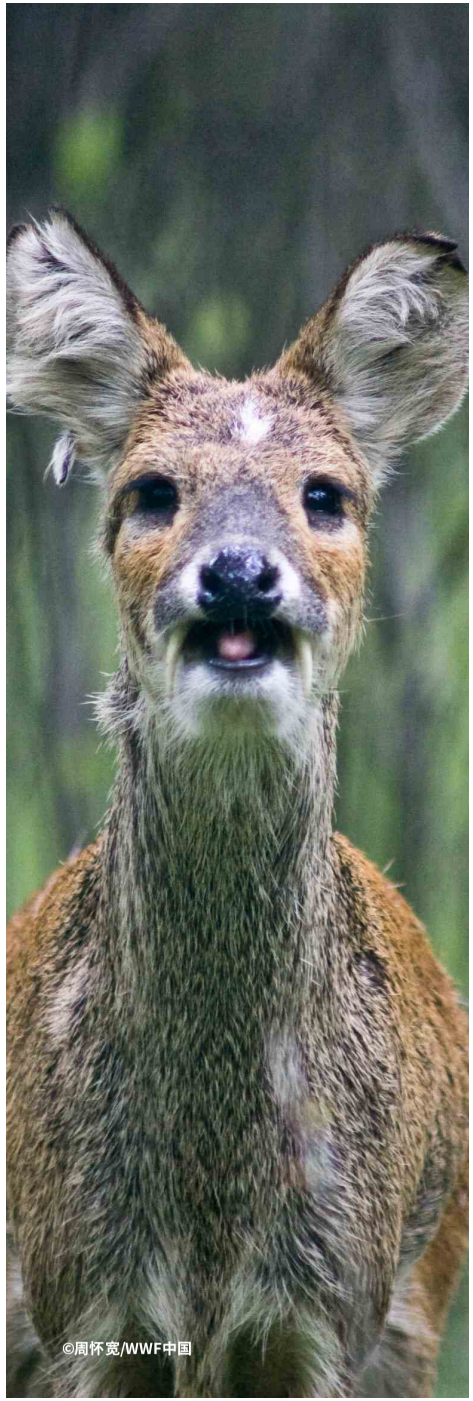
我国自然保护区的空间分布以西部地区面积最大，东中部地区则显著细碎许多，与我国人口分布特征形成鲜明对比。然而近年来越来越多的学者认为，东部人口稠密地区的生物多样性价值，要远高于我们以往的认识 [13]。可见，从生物多样性保护的整体格局看，城市是不可或缺的重要组成部分。缺乏城市支持的生物多样性战略是不完整、不系统、不合理的。与此同时，城市高度发达的经济社会体系在对生物多样性形成胁迫和压力的同时，也是生物多样性保护能力建设的重要动力和资金来源。

从生态系统服务功能的角度，城市的生物多样性也应当进一步得到重视。因为恰恰是丰富的生境和多样的物种，给人们提供了多种多样的生态系统服务，包括新鲜的食物、清洁的水源以及药物等，还为人们阻挡烈日强风，形成壮丽的四季景色，支撑着旅游业和农业。它们为维系城市健康、改善城市环境、美化城市景观等，贡献了不可或缺的力量。因此，当我们讨论生物多样性时，不仅要关注远离城市的保护区，同时也应该关注城市的周边以及内部区域。我们要保护城市生物多样性、有节制地享用城市生物多样性带来的诸多好处。

（三）《生物多样性公约》及中国行动

1992 年 6 月 1 日，《生物多样性公约》（以下简称《公约》）通过，旨在保护生物多样性、持续利用生物多样性组成部分、公平和合理地分享利用遗传资源产生的惠益。《公约》于 1993 年 12 月 29 日正式生效，目前共有 196 个缔约方。缔约方大会是《公约》的最高议事和决策机制，每两年举行一次，采取协商一致的原则，缔约方大会决议对缔约方具有法律约束力。

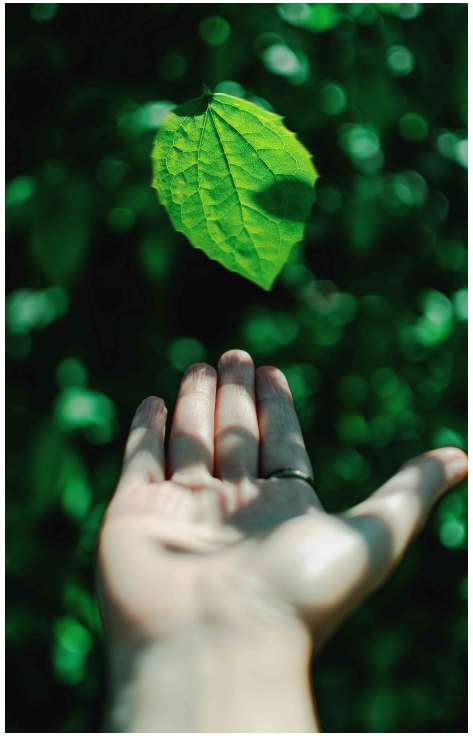
我国是世界上生物多样性最丰富的国家之一，也是最早加入《公约》的国家之一。为了履行《公约》，我国于 2011 年成立了由分管副总理任主席、25 个相关部门参加的中国生物多样性保护国家委员会，并在其指导下制订了《中国生物多样性保护战略与行动计划》（2011-2030 年）和《联合国生物多样性十年中国行动方案（2011-2020 年）》，将生物多样性保护纳入国家的重要政策规划。中国政府高度重视自然保护区工作，通过颁布实施《环境保护法》、《自然保护区条例》等多部法律法规，明确了自然保护区的法律地位。中国政府还与生物多样性公约秘书处、全球环境基金等国际组织以及相关国家开展了大量合作，积极推动 2020 年全球生物多样性保护“爱知目标”的实现。中国还充分利用“国际生物多样性日”、“世界环境日”等重要纪念日开展宣传活动，引导公众参与，增强公众生物多样性保护意识 [14]。



为了展示生态环境保护成就，与国际社会共谋全球生态文明建设之路，为全球生物多样性保护作贡献，中国于 2016 年申请《公约》第十五次缔约方大会主办权并成功获选。《公约》第十五次缔约方大会（CBD COP15）将于 2020 年 10 月在中国昆明市举办[注1]，公约各缔约方将对 2011-2020 年全球生物多样性战略计划（又称“爱知目标”）的执行和进展进行评估，并且审议通过新的“2020 年后全球生物多样性框架”。

党的十八大报告指出，建设生态文明是关系人民福祉、关乎民族未来的长远大计，应优化国土空间开发格局，全面促进资源节约，加大自然生态系统和环境保护力度，加强生态文明制度建设。生态文明是五位一体的国家战略目标的重要内容，是实现人与自然和谐共处的核心[15]。CBD COP15 大会主题确定为“生态文明：共建地球生命共同体”，是向世界展示中国生态文明方案的重要舞台。

城市作为人类活动的主要集中载体，也必然是地球生命共同体的重要组分，是生态文明建设的重要阵地。保护好城市的生物多样性，不仅对于城市自身有诸多重要价值，更是全球生物多样性议题不可或缺的重要环节。



注 1：[预计大会将受全球新冠疫情大流行影响而延期。截至 2020 年 5 月，尚无官方消息。]



© Shutterstock / Olga Kashubin / WWF

二、愿景和研究意义

（一）愿景

从生态系统崩溃到气候变暖、极端天气事件和人为环境灾难，全球发生概率最高、影响最大的风险中有一半与自然丧失和气候变化有关 (WEF, 2020)。其中，生物多样性丧失是全球十大风险之一。应对气候变化和自然丧失对全球经济和社会发展来说，至为关键。

2020 年为全球领导人提供了一系列重大机会，包括商定《生物多样性公约》下新的全球生物多样性框架和目标、更新《气候变化公约巴黎协定》下的国家自主贡献目标、达成新的海洋协定以及更新可持续发展目标中的环境相关目标。如果各国可以抓住这一系列机会，**人类可在 2030 年之前遏止并开始扭转生物多样性下降的趋势。**



本课题旨在研究“将城市生物多样性议题主流化，提高人们对城市生物多样性的保育和重视，促进生物多样性得到可持续管理和合理利用”，并贡献于人与自然新共识。

（二）目的和意义

本课题聚焦在城市，致力于维护、保育和恢复城市生物多样性。在联合国《生物多样性公约》第十五次缔约方大会即将召开之际，积极促进人们对城 市生物多样性议题的广泛重视，唤醒人们对身边生物多样性的关注意识，在建立基本概念框架的基础上，为那些重视城市生物多样性的城市提供框架性的指引，促成先锋城市率先行动起来。将 **“保育生物多样性、提高城市气候韧性，建设人与自然和谐的美丽城市”**作为建设目标与先锋城市承诺。

尽管当前城市生物多样性相关研究正在成为生态学研究的新热点，但是一些关键问题，诸如如何将保护城市生物多样性的

理念真正落实到城市的规划和建设中，政府如何在政策和管理决策中纳入生物多样性战略目标，各行各业相关人员如何参与到城市生物多样性的保护工作中来以及公众又如何为保护城市生物多样性出一份力等，尚缺乏更具有针对性的研究支撑。为此，本次课题报告试图提出具有一定普适性的城市生物多样性保护策略和行动计划，以期为城市生物多样性工作给予启示参考。


© James Morgan / WWF-US

三、城市生物多样性

(一)生物多样性

生物多样性是生物及其与环境形成的生态复合体以及与此相关的各种生态过程的总和，包括数以百万计的动物、植物、微生物和它们所拥有的基因以及它们与其生存环境形成的复杂的生态系统。生物多样性内涵广泛，包括多个层次或水平：基因、细胞、组织、器官、种群、物种、群落、生态系统、景观 [16]。国内也有部分学者认为理论与实践上重要、研究较多的主要有基因多样性（或遗传多样性）、物种多样性、生态系统多样性和景观多样性 [17][18]。生物多样性是一个复合概念，根据《生物多样性公约》，目前国际上普遍认为生物多样性主要包括生态系统、物种和基因三个层次 [19]。


© André Dib / WWF-Brazil

基因多样性是指种内基因的变化，包括种内显著不同的种群间和同一种群 内的遗传变异，亦称为遗传多样性 [16]。

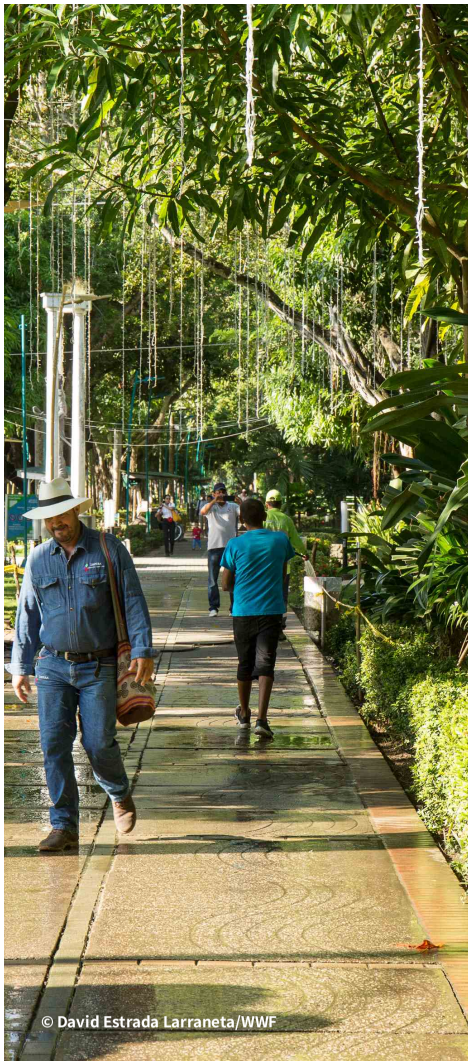
物种多样性是指一个地区内物种的多样化，主要是从分类学、系统学和生物地理学角度对一定区域内物种的状况进行研究 [16]。

生态系统多样性是指生物圈内生境、生物群落和生态过程的多样化以及生 态系统内生境差异、生态过程变化的多样性，即包括生境多样性、生物群落多样性及生态过程多样性 [16]。此处的生境主要是指无机环境，如地貌、气候、土壤、水文等。生境的多样性是生物群落多样性甚至是整个生物多样性形成的基本条件。生物群落的多样性主要指群落的组成、结构和动态（包括演替和波动）方面的多样化。从物种组成层面研究群落的组织水平或多样化程度的工作已有较长的历史，方法也比较成熟。生态过程主要是指生态系统的组成、结构与功能随时间的变化以及生态系统的生物组分之间及其与环境之间的相互作用或相互关系。

除了国际公认的基因多样性、物种多样性及生态系统多样性，国内学者对景观多样性研究也越来越多。景观多样性指由不同类型的景观要素或生态系统构成的景观在空间结构、功能机制和时间动态方面的多样化或变异性 [16]。

(二)城市生物多样性

城市可概括为具有相当面积和人口聚集，经济活动和经济市场相互交织的连片地理区域。城市不仅仅包含城镇建成区，还包含与城镇建成区紧密相关、为城镇建成区提供服务与资源的非建成区。城市对全球经济社会的贡献是巨大的，牛津经济研究院的《2030 年全球城市研究报告》预测 2030 年全球 750 个最大的城市将占全球国内生产总值 (GDP) 的 61%。与此同时，**城市又是环境污染的最大来源，来自城市的温室气体排放量已经高达 70%，80% 的污染物也由城市产生。**


© David Estrada Larraneta/WWF

城市在为人类提供便利设施的同时，也在改变着原本的自然生态系统。

随着城市化水平的迅速提高，城市化对生物多样性的影响日益成为人们关注的焦点问题，也是当前生态学研究的热点问题之一。2008 年在德国波恩举办的《生物多样性公约》第九次缔约方大会 (CBD COP9) 上，地方和城市作为生物多样性保护重要力量的地位得到各缔约方的确认。2010 年，CBD COP10 进一步支持地方和城市参与 2011-2020 年生物多样性保护战略计划，并推荐使用“新加坡城市生物多样性指数”作为监测工具。有专家指出，2008 年以后国内关于城市生物多样性的研究也大幅增长。为了应对城市化带来的挑战，我国在城市规划和相关城市发展工作中开始重视城市生物多样性保护工作，例如在《中国生物多样性保护战略与行动计划》(2011-2020 年) 中将“城市生物多样性保护”纳入生物多样性保护优先项目，强调在城市绿地系统规划建设中体现生物多样性要素 [9]。近年来还启动韧性城市、生态城市、低碳城市、海绵城市、气候适应型城市、无废城市等各类试点。

相比生物多样性，城市生物多样性更聚焦城市。1995 年，联合国环境署 (United Nations Environment Programme) 发布的《全球生物多样性评估》报告指出，城市生物多样性作为生物多样性的特殊组成部分，是城市生物之间、生物与生境之间、生态环境与人类之间复杂关系的体现，体现城市生物的丰富度和变异的程度。毛齐正在《城市生物多样性分布格局研究进展》一文中指出，城市生物多样性既包括那些在本地自然发生和进化的物种，也包括那些从其他地区传播或迁徙并在城市中生长和繁殖的物种，如引进的园林绿化树种和花卉；既包括通过自然演替形成的生态系统，也包括那些由于城市建设需要，人工建成的生态系统，如城市公园、人工湖泊等 [7]。

作为生物多样性的重要组分，城市生物多样性不仅与自然界的生物多样性共同维持着地球上的生命系统，同时它也与人类社会联系更为密切。城市生物多样性与大气、水、土壤环境等共同构成了城市居民赖以生存的生态环境基础，为城市提供了调节气候、净化空气、美化环境等生态服务，也让城市的生态文化变得更加丰富。可以说城市生物多样性在保障居民健康、提升居民福祉等方面作用显著。

尽管有诸多价值，我们也不得不承认，城市生物多样性正在面临着众多威胁。气候和局地环境变化、外来物种入侵、城市建设造成的生境破碎化等都对城市生物多样性产生了严重威胁，其结果就是城市生态系统服务功能降低。因此，我们必须采取必要行动，保护城市生物多样性、可持续享用城市生物多样性带来的惠益。

（三）城市生物多样性的特殊性和复杂性

城市生物多样性为城市提供了诸多生态系统服务的同时亦被城市深刻改变着。相比自然和乡村，城市生物多样性除了在分布范围上的不同外，更有着其特殊性。首先，在城市中生活的生物物种相比自然生态系统丰富度不高，且以植物、昆虫、鸟类和其它小型动物为主，罕见体型较大的动物。城市中的植物人工种植的比例较高，且出于对景观效果的追求，有些城市还会出现引种外来树种的现象。其次，从生态系统和生境的角度，相比自然，城市内的生境受到大量建筑、道路等的切割从而更加破碎，且易出现生境退化甚至完全丧失的现象。

随着经济的发展，城市不断扩张，城镇化进程不断加深，全球气候变化的影响也越来越显著，我们赖以生存的自然环境被不断改变。城市日趋同质，城市的生物多样性每况愈下。城市中人多地少，人们追求的是快速、便捷的生活。但是实际上，城市中生物多样性同样可以很丰富，在我们的身边、大楼的角落、公园的草地，都有着你所忽视的生物多样性，以及与之伴生的生态系统服务，在悄无声息地为我们提供价值。

城市本身是巨大的复合生态系统。城市生物多样性是一类典型的跨领域议题，不仅涉及生物学和生态学，还有地理、环境、规划设计，以及城市管理与治理等，具有相当程度的复杂性。

（四）城市生物多样性相关概念

城市生物多样性为城市提供了多种多样的生态系统服务，要采取基于自然的解决方案和基于生态系统的适应，来保护和发展城市生物多样性。城市生物多样性与气候变化和城市微气候密切相关，需要与气候变化议题协同讨论。城市生物多样性不仅与城市绿地系统、河湖水系湿地、绿色基础设施、生态保护红线等生态系统、生态空间有关，还与外来物种入侵密切相关。

1、生态系统服务

生态系统服务定义为人类从生态系统中获得的所有惠益，主要分为四类：支持服务（例如各物种和遗传资源的栖息地）、供给服务（例如食物、医疗资源）、调节服务（例如调节当地气候、调节极端气候）、文化服务（例如娱乐、旅游）[20]。生物多样性将有助于维持生态系统及其功能的稳定性。

2、基于自然的解决方案

基于自然的解决方案（Nature-based Solution, NbS）这一理念最早出现于 2008 年世界银行发布的报告——《生物多样性、气候变化和适应：世界银行投资中基于自然的解决方案》，强调保护生物多样性对气候变化减缓与适应的重要性 [21]。世界自然保护联盟 IUCN 将 NbS 定义为“通过保护、可持续管理和修复自然或人工生态系统，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”。在城市中，应积极采用基于自然的解决方案，保护城市生物多样性，例如修建人工湿地来进行污染处理，保护红树林来保护海岸线和岛屿生物多样性等。

3、基于生态系统的适应

根据《生物多样性公约》，基于生态系统的适应（Ecosystem-Based Adaptation, EBA）即利用生物多样性和生态系统服务来适应气候变化的不利影响，其中有一系列对生态系统进行可持续管理、保护和恢复的机会 [19]。将基于生态系统的适应理念合理融合到更广泛的发展策略中，可持续管理、保护和恢复生态系统。





4、气候变化

以全球变暖为主要特征的气候变化已成为全球生物多样性的主要威胁之一：气候变化导致生境退化与丧失、物种分布范围和生物物候期发生变化，并对动物繁殖造成影响，增加了物种灭绝的速度 [22][23]。城市生态系统敏感而脆弱，极易遭受气候变化的冲击。城市公园、绿地、河流和湿地等绿色空间在保育生物多样性、减缓气候危机、提高气候韧性等方面扮演重要的角色。

5、城市微气候

气候根据尺度分为大气候和小气候（微气候），其中，城市微气候主要受到局部地形、植被、土壤类型、建构筑物等因素的调节 [24]。大气候虽然不易改变，只能适应，但城市微气候可以通过绿化等手段人为调节。舒适的微气候环境能为城市生物提供更加适宜的栖息地，有益城市生物多样性。

6、生态保护红线

生态保护红线是最重要的生态空间，包括具有水源涵养、生物多样性维护、水土保持、防风固沙、海岸生态稳定等功能的生态功能重要区域，以及水土流失、土地沙化、石漠化、盐渍化等生态环境敏感脆弱区域 [25]。城市中的生态保护红线包含水源涵养区、饮用水保护区、国家级公益林、重要湿地以及野生动植物栖地等重要生态资源，这些珍贵的生态空间内蕴藏了城市中最为丰富的生物多样性资源。目前，科学合理地划定生态保护红线成为保障和维护城市生态安全、保护城市生物多样性的重要手段之一。

7、河湖水系湿地

城市中的河流、湖泊、水库等水域空间水生生物资源丰富，沿岸丛生各种湿生、水生植物为两栖动物提供了生存空间。伴随湿地植被的生长，水系及周边拥有众多野生动植物资源。湿地是各种水禽、涉禽、两栖动物的生活家园，很多珍稀水禽的繁殖和迁徙离不开湿地，因此湿地被称为“鸟类的乐园”[26]。水域空间及湿地应是城市生物多样性重点关注和保护的区域。

8、绿色基础设施

绿色基础设施是针对“灰色基础设施”（如公路、市政下水管网等）提出的概念，它将城市的各种开敞空间和自然区域相互联系形成一个绿色空间网络，作为支持城市和社区发展的另一种必要的基础设施 [27]。绿色基础设施既是为维护人的多种利益而相互连接的公园和绿地系统，同时也是保护生物多样性和物种栖息地的自然保护网络，在城市生物多样性保护方面发挥着重要作用。

9、城市绿地系统

城市绿地系统是由城市中各种类型和规模的绿化用地组成的具有较强生态服务功能的整体。以植物、水体景观为主体的各种城市绿地，包括公园绿地、防护绿地、广场用地以及各种附属绿地等，是城市生物多样性的重要载体。城市绿地以人工营造为主，其配植了丰富的植被，为各种鸟类、昆虫、水生生物以及其它小动物提供了生存空间。

10、外来入侵物种

外来入侵物种是指在过去或当前天然分布范围之外引入和传播会威胁生态系统、生境或生物多样性的物种 [19]。在生物多样性和生态系统服务政府间科学 - 政策平台 (IPBES)2019 年发布的全球评估报告中，已将外来入侵物种列为造成全球自然退化的五大直接原因之一。**自 1970 年以来，全球入侵生物数量增加了 70%。**目前，外来入侵物种的新增比例达历史最高水平，且没有放缓的迹象。在岛屿或其他有特有物种的地区，入侵物种对本地生物的影响往往更加严重 [28]。入侵物种由于缺少天敌，快速繁衍，会破坏本地生态系统平衡，威胁本地物种生存，导致生物多样性降低，还可能成为新疾病的病源或宿主威胁人类的健康。由于缺乏自然干扰机制，城市生态系统更易受到外来物种入侵的影响。但并非所有外来物种都是有害的，正确引种也可以增加生物多样性 [29]。



©陈佳虹/WWF中国

四、城市生物多样性战略的制定

(一)原则的制定

就一般情况而言，建立城市生物多样性战略需要遵循以下原则，在具体工作时，应根据地方实际情况，适当合理调整有关原则内容和先后顺序。

保护优先，协调统筹。在经济社会发展中优先考虑生物多样性保护，采取积极措施，对重要生态系统、生物物种及遗传资源实施有效保护，保障生态安全。实行科学保护与合理利用相结合，提高资源利用效率，促进城市经济发展和生物多样性保护的协调统筹。

因地制宜，秉要执本。根据城市间生物多样性的分布特征及保护需求差异，确定保护和合理利用的方向与措施，以就地保护、资源增殖为重点，保护城市物种多样性和生态系统完整性。实行优先保护和分级保护，确保特有、濒危物种和生态系统得到优先保护。

科学规划，永续利用。遵循科学规律，合理规划，禁止掠夺性开发生物资源，促进生物资源可持续利用，科学、合理和有序地利用生物资源。

共同参与，长效治理。加强生物多样性保护宣传教育，积极引导社会团体和基层群众的广泛参与，强化信息公开和舆论监督，建立全社会共同参与生物多样性保护的有效机制。建立并完善生物多样性保护及利用的有关制度，促进城市生物多样性的长效治理。



（二）目标的制定

在生物多样性议题上，根据开发强度、自然禀赋、地理位置，每个城市都是独特的。城市的生物多样性，就像是城市的一种个性，总是有着有别于其他城市的一些特点、一些不同的情景和各异的状态。注重有区别性地对待城市的生物多样性议题，是与常见的相关规划工作最显著的区别之一。因而，为一座城市制定生物多样性的目标，是一件具有重要价值的事务。一个好的城市生物多样性目标，就是一座城市的名片，一种城市的个性化标签或者品牌。

为一座城市设定生物多样性战略目标，关键在于要有深入地调查和科学的认知，要有恰当适度的经济社会发展诉求，要有对城市生物多样性问题的高瞻远瞩。从目标设定的载体而言，应考虑编制专门的城市生物多样性战略计划，并将有关目标纳入国民经济社会发展规划、国土空间规划以及相关专项规划中去。

五、城市生物多样性调查

（一）为什么要做城市生物多样性调查

城市生物多样性长期以来一直为人们所忽视，以至于对于城市生物多样性本身及其内在价值，人们知之甚少。由于缺乏有效的认识，在社会经济发展过程中，人们往往会做出不利于生物多样性保护和可持续利用的决策，这种决策甚至会为城市生物多样性带来灾难。因此，为了保护和可持续地利用城市生物多样性，我们必须要对其进行深入了解。

目前生物多样性调查大部分是自然环境下的调查，聚焦于城市内部的生物多样性调查较少，在城市生物多样性保护过程中无法对症下药。针对于城市的生物多样性调查可以让我们深入了解城市生态环境，分析人为因素对生物多样性的影响，及时发现生态环境保护中出现的问题并采取有效措施，对促进城市经济社会持续发展、维护城市生态安全和生态平衡、改善城市人居环境具有重要意义。

同时城市生物多样性的调查也具有一定难度性和复杂性，它横跨了多个学科体系，包括真菌界、植物界和动物界等，调查对象范围十分庞大，难度也较高。而且生物多样性的调查起步较晚，缺乏长期连续的数据统计，调查的周期也不同，例如鸟类根据迁徙特性，就要以年为单位进行调查统计，而自然保护区的植物多样性调查周期一般为每十年进行一次，那么梳理出适宜于城市的生物多样性调查方法则显得至关重要。

（二）调查内容与方法

人们通常采用调查的方式来了解城市生物多样性状况。相关调查，既要包括对城市内多样化物种及其生境的调查，也要包括对城市生物多样性所提供的生态系统服务的调查；既要关注公众对城市生物多样性的认知状况，也要了解人们为了保护城市生物多样性付出的努力。具体而言，适用于城市的生物多样性状况调查可以分为四类，生物多样性层面调查、生态系统服务层面调查、认知层面调查、保护与管理层面调查。

生物多样性层面的调查主要针对**生态系统的多样化和健康状况、物种种类和数量、生境状况及破坏情况等方面，**调查方法大致分为四大类，分别为基因多样性调查、物种多样性调查、生态系统多样性调查和景观多样性调查。基因多样性调查方法分为形态学标记、细胞学标记、生化标记和分子标记；物种多样性调查方法分为典型抽样法、核实法、系统抽样法、直接计数法等；生态系统多样性调查方法分为丰富度调查、多样性调查、均匀度调查和优势度调查；景观多样性调查方法分为文献调查法、实地调查法和访谈法。

城市生态系统服务的调查主要是针对人类生存及生活质量有贡献的生态系统功能，对生态系统气候调节的影响、涵养水源、净化环境、感官心理及精神文化的益处进行调查评价，量化生态系统功能价值，分析总结更适合城市的生态系统服务功能。调查评价方法主要采用费用支出法、市场价值法、影子工程法、旅行费用法和条件价值法。

认知层面主要针对公众、政府及企业，调查公众对生物多样性作用、状况及价值的了解程度，以及愿意为保护生物多样性付出努力；了解政府及企业在各项活动中是否考虑生物多样性保护，以及对城镇化发展与生物多样性保护的关系等。通过了解各界对生物多样性的认知程度和态度，总结针对城市生物多样性的宣传教育等。调查方法主要采用问卷调查法以及访谈法相结合的方法 [30]。

保护与管理层面主要针对公众、政府及企业，调查参与保护城市生物多样性的程度及持续情况，开展城市生物多样性的教育宣传情况，对城市生物多样性进行保护的状况，为减缓对生物多样性的影响所采取的措施等。了解城市在保护与管理生物多样性上既有工作，以及开展相应工作计划等，总结存在的问题。调查方法主要问卷调查法、访谈法及观察调查法。

具体方法介绍详见附录。

（三）组织开展城市生物多样性调查

生物多样性层面的调查，涉及动物学、植物学、微生物学、景观生态学等多个学科体系，而且调查周期参差不齐，调查框架也极为复杂，应该综合基因多样性、物种多样性、生态系统多样性及景观多样性的调查方法，同时兼顾生态保护和经济发展的需求，以及调查结果难以融入城市的管理运营的问题，梳理出适合城市的生物多样性层面的调查方式。

针对于城市的生物多样性层面的调查，可以采用选取城市具有代表性的指示物种的方式进行。通过数据的获取、分析以及典型案例的分析，总结指示物种在当地的群落组成以及影响指示物种群落丰富度的显著环境因子，并对指示物种的生境类型进行划分，与城市的生态空间进行对比，分析人类干扰对指示物种分布的影响，结合生态系统服务层面、认知层面、保护与管理层面的调查结果，针对指示物种的特性，营造指示物种的城市生境，提出有效的规划管理办法。

数据获取的方法主要有植物调查、动物调查、生境栖息空间分析和航空影像解析等。植物调查主要采用样方法，木本植物样方为 20m×20m，样方数量根据面积差异而不同，草本植物的样方大小为 1m×1m。乔木的基础数据包括乔木种类、胸径、高度和冠幅，胸径使用胸径尺测量，冠幅使用 50 米皮尺测量。灌木的基础数据包括种类、数量、高度和地面投影直径，后两者数据使用 5 米钢尺测量。草本植物基础数据包括种类、数量、野生或是人工种植。动物调查主要采用样线法，调查样线要贯穿各种类型的栖息空间，记录的指示物种基础数据包括种类、数量、行为及其发生环境，周期以年为单位，调查次数根据指示物种的特性差异化定制。生境栖息空间分析要结合对生境类型的实地调查，在地图上划定指示物种的生境空间分布，结合内业工作，将其描绘在 GIS 软件中供数据分析所用。航空影像解析利用 Google Earth Pro 和 Screen GET 截取城市范围影像图，在 Arc GIS 中获取研究所需非生物环境因子数据，包括两个层次，一类为景观层次，另一类为场地层次，对城市的各类生态系统进行整体解析分析。

数据分析的方法主要采用多样性指数、结构方程模型、嵌套性分析及空间数据处理等方法。多样性指数采用 Patrick 丰富度指数 S（即生物物种数）表示植物、动物群落的物种丰富度。结构方程模型对指示物种群落丰富度产生显著影响的环境因子进行分析，使用修正后的向前选择方法筛选环境因子，利用 R 软件中的程序包“Sem”分析非生物环境因子与植物群落、动物群落丰富度之间的因果关系。嵌套性分析是用来分析指示物种群落整体空间分布特征，采用 WNODF（数量加权重叠递减填充嵌套矩阵）和 NODF（重叠递减填充嵌套矩阵）来计算嵌套性。空间数据处理是在 GIS 中采用克里金插值法得到人类密度空间分布趋势面，再采用重分类方法将每个调查区域的人类密度分布进行划分，采用空间连接的方法分析指示物种在人类密度等级中的分布，得到指示物种对人类干扰的耐受程度，同时分析指示物种在各类型生境中的数量分布，得到指示物种对生境类型的偏好。

典型案例分析要利用已有的对指示物种生境研究的案例，同时结合城市中横向对比田野调查结果，筛选城市中具有高物种多样性的典型指示物种生境空间，从空间结构、基本尺寸、栖息行为与人类利用行为之间的关系等方面进行分析，获取指示物种对生境空间的具体利用方式，为指示物种生境营造提供切实依据 [31]。

在实地调查及分析的基础上，也要建立一个相对全面的调查框架，系统地调研城市生物多样性的状况，即城市中物种及其生境分布、生态系统及其功能、居民对城市生物多样性的认知状况以及城市生物多样性管理与保护水平等。首先要通过多学科专家的交流，明确调查的重点指标，如指示物种、本地物种、公众关注度、生物多样性管理状况等；其次，依据不同调查重点，组建多学科参与的调查团队，具备如植物学、动物学、社会学等专业知识；再次，根据不同学科的调查特点，选择调查方式并开始调查，如采用田野调查法调查鸟类、采用问卷调查法调查公众对城市生物多样性的认知状况、采用访谈法调查城市生物多样性管理措施等；最后，对调查结果进行整合和分析，并形成完整的城市生物多样性状况调查报告，报告中全面反映城市物种多样性、生态系统服务、公众认知以及管理与保护等状况和面临的主要问题。



© Jason Houston / WWF-US

（四）常见问题

通过调查了解城市生物多样性的现状和存在问题，是制定城市生物多样性战略及行动计划的重要依据。其中常见问题有：

1. 与现有调查工作结合度不足。生物多样性调查需要持续性投入，加强部门间协调工作，如与十年一次的森林资源规划设计调查以及五年一次的国家森林资源连续清查工作结合，可以减少重复性工作、提高财政资金使用效率。

2. 调查结果应用范围过窄。应从服务于城市管理决策的需求出发，开展以结果为导向的调查规划和设计，提高数据的实用性。例如为与国土空间规划相结合，应增加调查数据的空间属性。

3. 公众参与度较低。目前由于生物多样性调查专业性较强，主要由专业团队进行调查。而加强志愿者网络建设，组织经培训的“公民科学家”进行民间调查，有利于形成动态的监测数据，作为专业调查的补充。

由于城市在地理环境、自然禀赋、发展阶段等方面存在差异、在不同城市中进行生物多样性调查，可能存在物种多样性下降、外来物种入侵、景观连续性不足、湿地滞蓄能力下降、微气候变化等问题，应该根据城市特点，制定相应的策略与行动计划。

六、城市生物多样性策略与行动计划

基于系统、深入、科学的城市生物多样性调查工作，城市管理者就更容易了解城市生物多样性的现状，分析其中与城市发展和建设管理的关联性，尤其是与经济活动和居民生活等可能相关的问题，分析提出其内在原因和应对要点。

以解决这些问题为导向，应全面系统制定和部署城市生物多样性战略，推动相关战略纳入政策制定和各类决策过程，形成各部门实施细则，推动形成多方参与的城市生物多样性保护与管理体系，纲举目张，为后续制定有关行动计划奠定基础。

将城市生物多样性调查应用于城市管理，建立分类调查、分级规划、链式管理的管理体系，实现从调查渗透到管理。其中，分类调查是指分门别类进行调查；分级规划是指将规划分为区域级、市域级、市区级，在不同级别上实施不同策略；链式管理，是指建立执法链条清晰透明的分部门管理机制，做到公开透明、法规严格。



策略 1：加强调查、记录和科学研究，建立共享信息平台

为了更好的保护生物多样性，提高对生物多样性本身的科学认知显然是十分必要的。首先，城市生物多样性的调查和记录工作十分重要，这是进行进一步研究的基础。城市政府应当鼓励和促进生物多样性相关的科学研究工作，例如城市指示物种及濒危物种的监测与保护、城市生态系统的作用机制、气候变化对生物多样性的影响等重要议题的研究。

城市生物多样性的调查、记录和研究工作带来大量有价值的数据和信息，如何整理利用这些成果是一项关键的任务。为此，我们建议每个城市建立起信息共享的平台，共享生物多样性相关的一切资源。目前物种监测与调查在资金时间等方面受限，且缺少空间地理信息。应在加强各类调查数据的空间属性基础上，将各类调查结合起来，整合生态环境大数据，形成跨部门数据共享。实现知识共享，也是促进全民参与生物多样性保护的有效途径。

行动 1. 建立城市生物多样性调查体系

建立城市生物多样性调查体系，从基因、物种、生境、生态系统、景观等不同层次开展城市生物多样性调查。基因层次，要建立基因库；持续观测、长期累积基因信息；物种调查层面要结合现有十年一次的森林资源规划设计调查进行调查；生境调查层面，可以结合现有五年一次的全国森林资源连续清查，增加生境质量评估等调查；生态系统层面，结合物种调查和生境调查，分析生态系统空间数量、本身质量，服务功能、敏感性脆弱性等；景观层面，结合国土调查数据、土地数据、规划数据和生态系统评价，分析景观质量。

行动 2. 搭建信息共享平台，加强知识共享

收集物种信息等数据可以为增进对城市生物多样性的了解打好基础，而在加深了解与做出明智决策之间还有十分关键的一步，就是把数据资料整合转化为解决实际问题的方法。应建立城市生物多样性信息共享平台，提供本市生物多样性信息一站式服务，如分享本市生境及物种的资料，以及供学校和公众教育所用的参考资料等。同时，还应建立以地理信息系统为基础的数据分享平台，方便不同的使用者（政府人员、研究人员、专业顾问、自然爱好者及普通市民）按需获取数据。

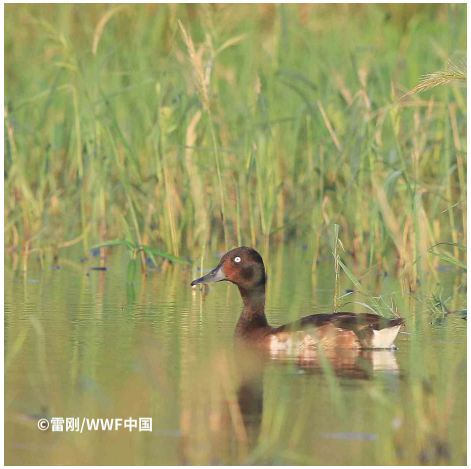
行动 3. 制定城市动植物物种清单和外来入侵物种名录

通过生物多样性调查，可以收集物种的基本资料，例如有关物种在城市内的数量或分布状况，长期累积的调查数据可用以建立城市的动植物物种清单。清单应附有照片和相关描述，记录物种在城市里的生存状况。通过对物种状态的长期监测和跟踪，为城市规划、园林绿化、科研院所、中小学校、社区组织等机构从业人员提供参考，对城市生物多样性的研究和保护工作给予积极指导。

近些年，我国面临着严峻的生物入侵形势，在城市生物多样性调查基础上建立外来入侵物种名录刻不容缓。农业农村部 2019 年的重点工作之一，就是提出第二批国家重点管理外来入侵物种名录。2019 年 5 月 21 日，云南发布《云南省外来入侵物种名录（2019 版）》，是我国首个省级外来入侵物种名录，将在推动云南生物多样性监测等方面提供科学支撑，也将为我国其他区域外来入侵物种名录的编研提供经验和借鉴。

行动 4. 鼓励和促进相关研究

认知是做出正确决策的关键。进一步而言，调查和研究有助于揭示物种、生态系统与城市发展间的相互作用关系，揭示规律和判断发展趋势。增强人们对城市和生物多样性的认知是开展生物多样性保护工作的基础和前提。为此，应鼓励和促进与生物多样性相关的研究，特别是关于生态系统和特定物种保护、生物多样性与城市环境、生态系统服务与市民生活之间的相互作用、生物多样性调查与评估方法、气候变化对生物多样性的影响等方面的研究。


©雷刚/WWF中国

策略 2：将城市生物多样性理念纳入国土空间规划

城市是人口聚居、建筑密集的区域，镶嵌其间的自然区域发挥着关键的生态系统服务功能。这些区域为城市的各类生物创造了适宜的生存环境，为其提供了主要的繁衍生息地。

2019 年，中共中央、国务院《关于建立国土空间规划体系并监督实施的若干意见》正式印发，明确要建立国土空间规划体系并监督实施，将主体功能区规划、土地利用规划、城乡规划等空间规划融合为统一的国土空间规划，实现“多规合一”，强化国土空间规划对各专项规划的指导约束作用。在生态文明建设的背景下，我国正在大力推进国土空间规划的相关工作，国土空间规划是城市发展的引导性工作，就是要科学有序地统筹布局生态、农业和城镇的功能空间，为可持续发展预留空间。为了保护城市的生物多样性以及应对城市生境的破碎化，我们应该将城市生物多样性保护与国土空间规划相结合，重点将生物多样性保护的理念充分融入城市的空间结构和用地布局中。在国土空间规划的工作中优先考虑生物多样性，可以更大程度上实现生物多样性的保护和可持续发展，同时也能系统性地提升城市的生态环境品质。将城市生物多样性融入新的空间规划体系，是顺应城市发展和规划改革的重要策略之一。

为实现此策略，要关注以改善城市生物多样性为目标的城市空间结构和用地布局导向，包括分级分类构建生物多样性保护体系、划定城市生物多样性自然保护区和自然公园（生物多样性关键区域界定）、将城市生物多样性融入城市主导功能分区、构建整体性、多层次的生态网络等；其中，海岸带是滨海城市所特有的一类生态系统，针对海岸带生物多样性存在的问题和保护工作应得到足够的关注和重视。

行动 5. 构建分级分类生物多样性保护体系

2019 年发布的《关于建设以国家公园为主体的自然保护地体系指导意见》，提出要构建以国家公园为主体、自然保护区为基础、各类自然公园为补充的自然保护地管理体系。目前我国已建立类型丰富、功能多样的各级各类自然保护地 1.18 万处，对保护生物多样性起到重要作用。在今后的城市工作中，城市区域内可结合自然保护地体系，采用分级分类策略，划定不同类型不同级别的生物多样性保护区域，构建城市生物多样性保护体系。从区域生物多样性核心保护区入手，由省到市，再逐步缩小至区级、城市社区级等，采用管理的理念划定自然保护小区，登记在册，加强管理。

行动 6. 结合自然保护地体系，划定并保护自然保护区和自然公园

自然保护区和自然公园作为自然保护地体系的基础和补充，更多地关注城乡人口集聚区、人为活动频繁区域的具有重要生态、观赏、文化和科学价值的自然资源保护。因此，城市生物多样性保护工作还应重点与自然保护区、自然公园的划定和建设相结合，以更加严格地保护城市生物多样性。

城市内及周边紧邻的自然区域是大部分物种的集中栖息地，是城市生物多样性最为丰富的区域，包括多样化的生态系统，如天然林地、次生林、淡水沼泽、河流和开阔水域、海岸、潮间带泥滩、草地等，将这些具有重要生态价值的区域或地点划为不同类型的自然保护区和自然公园，如风景名胜区、森林公园、湿地公园等，纳入国家自然保护地体系，实行严格保护和管理，可以全面保护城市的生态系统，就地保护城市里的野生生物。

行动 7. 加强海洋保护地网络建设与管理，保护海岸带生态系统

在国土空间规划体系总体框架中，除了森林、草原等陆地生态空间，海洋生态空间也是重要组成部分。作为海洋系统与城市联系最为紧密的特殊区域，海岸带是陆地与海洋交接、相互作用的地带，包括一定宽度的浅海区和陆地区，是海洋鱼类、贝类、鸟类及哺乳动物的栖息地，为大量生物种群的生存、繁衍提供了必需的物质和能量；它同时也是受人类活动影响最大的地带。

加强海洋保护地网络建设与管理是保护海岸带生物多样性的有效措施之一。首先，需要提高对海岸带生物多样性保护的认识，并且以海洋生态核算为基础进行海洋空间规划，然后才能建立更加合理有效的海岸带生物多样性保护区体系，提升管理效果。同时，还应注意就地与迁地保护的结合，对于濒临威胁的海岸带生态系统应优先建立保护区，提供基础保障；对于不可避免的影响，也应注意物种的迁地保护。针对海岸带生物多样性的保护工作，应根据不同的生态系统提出具体的保护及修复措施。例如有专家提出，针对红树林的保护和恢复，应加强培育、繁殖和引种优良树种；针对遭到破坏、正在退化的珊瑚礁区也应采取特定的生态修复方法和措施 [32]。在进行生态保护和修复工作时应以科学性为基础，并配合具体的监测方案以确保成效。

行动 8. 结合双评价、城市主导功能分区和三区三线考虑城市生物多样性



以城市生物多样性调查结果为基础，评价城市生物多样性维护功能重要性，进一步优化“双评价”中的城市资源环境承载能力。通过国土空间资源的“双评价”，对空间功能区域进行划分，是优化空间布局的重要技术方法，增强空间规划的环境合理性和协调性。在双评价的基础上，将城市生物多样性维护重要功能区划入城市主导功能分区和三区三线中的生态功能区。

行动 9. 构建整体性、多层次的生态网络

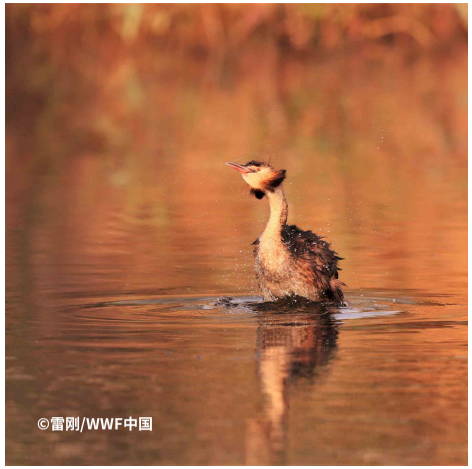
随着城市发展和建设，城市生境越来越破碎，自然保护地呈现显著的片断化或岛屿化状态，对野生动植物的迁徙、扩散、种群交流非常不利。为了对抗城市生境的破碎化，通过生态网络建设将原本独立分散的生态空间连接成为一个整体，为城市生物提供连续的栖息地和移动通道，构建生物多样性保护网络，对维持城市生态系统正常运转和保护生物多样性具有重要意义。生态网络建设中不仅要保护生态源地，还要构建生态廊道，串联生态源地。廊道可以以多种形式进行串联，其中较为常见的为道路绿化带廊道、防护林和绿化隔离带廊道、楔形绿地和带状公园、山脉廊道、河流廊道等。

在城市生态廊道建设中，应根据不同的功能需求和立地条件，选择合适的焦点物种，并据此选取适宜的生态廊道宽度、植物物种和群落构建模式，根据城市规模和绿地系统构建合理的、多层次的城市生态廊道网络，为城市生物多样性保护提供稳定的大环境。同时，在廊道建设中，不仅需要建设大型廊道，适当建设小型廊道也可作为生物移动的通道。在市中心繁华地带等没有条件建设廊道的城市空间，可为生物迁徙提供立体绿化等踏脚石，增加景观的连接度，有利于维护城市生态系统的稳定性[33]。

策略 3：修复城市受损空间，改善城市生态环境

城市受损空间的修复是提升城市生态健康的重要途径，从一方被弃置的工业用地，到生态功能严重退化的土地，或者一条受到严重污染的臭熏熏的河流，都可以通过人工的助力，使这些受损区域恢复健康的生态从而获得重生。同时，在城市景观的规划建设中也应该考虑生物多样性的因素，营造多样化的生态型景观。

为实现此策略，我们提出了具体的生物多样性保护和发展措施，包括实施生态修复以恢复城市受损空间、改善水生态环境、营造多样化的城市生态景观等。



行动 10. 实施生态修复，恢复城市受损空间

由于人类活动和土地利用的变化，城市的自然景观不可避免地出现退化。通过生态修复以恢复原本存在的栖息地或人工创造新的栖息地是保护城市生物多样性的一种重要手段。这种手段可应用于城市的任何自然区域，包括前面讲到的各种类型的生物多样性保护核心区域、公园、生物廊道以及其它绿地节点等，且应根据场地的现状条件特征，因地制宜地采取适宜的措施，如引进新的土方、改良土壤、重新或补充种植等。修复后的土地如重获新生，将成为城市生物新的栖息地，同时也可满足城市居民户外休闲的需求。

行动 11. 改善淡水生态环境

城市内的水域（包括河流、湖泊、池塘等）及其周边的湿地是不同于陆地的重要生境：水下生长的水草和藻类为鱼类、底栖动物和浮游动物提供了食物，在水底的土壤中还生活着数量巨大的微生物。河流、湖泊的周边湿地生物群落更为丰富，各种水生湿生植物、昆虫、软体动物等又为水禽、涉禽、两栖动物甚至小型哺乳动物提供了理想乐园。

然而，很多城市的珍贵水域为了满足排水防洪、保护地下基础设施等需求，边岸甚至河床均被砖石、水泥或混凝土所包裹，破坏了大量的栖息地。水污染问题也严重破坏了水域生态的平衡。对此，净化水质、对硬化的河道进行软化，是恢复生境、保护城市生物多样性的一项重要且有效的工作。清除河道原本的坚硬外壳，取而代之的是依靠植被和土壤而构筑的柔软边缘和河床，恢复河流原本水草丰茂的自然面貌，让鱼儿畅游、水鸟欢鸣。

行动 12. 近自然设计，营造多样化生态景观

通常来说，城市在建设一处公园或一条新的街道时会更加关注建成后的视觉效果：是否好看？是否与周边的环境相协调？其实这应该只是城市景观建设的一项而非全部标准。公园里的植物和人工湖、街道两侧的行道树能否吸引啄木鸟来安家？能否成为绿头鸭的新领地？这些同样需要人们去关注和重视。在实施以城市各类绿地（包含水域）为主体的城市景观建设时，生态景观应成为我们的新目标。在进行场地的地形设计、水体设计、植物景观设计以至铺地和建筑的选材时，都应将生物多样性纳入考虑范畴。

在众多的生态系统类型中，森林是生态效益最高的一种形式。相比层次简单、空间明快的乔 - 草式植物群落结构，城市森林的建设更值得推崇。城市森林是一种新型的公园绿地类型，是森林和城市园林的融合，其关键在于营造近自然的森林生态系统，以森林空间为主体，突出近自然森林的构建，同时又能满足市民自然休闲、运动健身等功能。城市森林有效地提升了一定区域内的植物物种的丰富度，同时也为动物提供了更加多样的栖息环境。



策略 4. 将生物多样性纳入城市政策法规和管理决策

政府在城市生物多样性保护和可持续利用过程中可以发挥重要作用。地方政府和城市管理者既可以通过制定相关的法律、法规等对生物多样性进行保护，也可以通过将生物多样性保护的要求纳入综合决策及各部门规划，如合理制定土地使用计划等，保障城市内各类生物的生存空间以及健康的生态系统。城市生物多样性战略计划的实施和管理建议，主要包括政策引导和监测核查两个方面。政策引导方面，建议应对接相关上位政策、制定有针对性的本地政策并建立基于现行机制引导和实施方法，明确主体分工，加强能力建设；监测核查方面，建议建立持续监测机制，工作核查和绩效考核机制，以及智慧化管理平台等。

行动 13. 完善相关法律法规体系，加强立法保护

在不与现行的法律法规冲突的前提下，根据城市生物多样性保护的实际需求，补充制定城市法规、规章等，约束政府部门、企业、个人等破坏城市生物多样性的行为。

《云南省生物多样性保护条例》（下称《条例》）于 2019 年 1 月 1 日起施行，是全国第一部生物多样性保护的地方性法规，开创了地方生物多样性保护立法的先河。《条例》突出了“保护优先”的原则，为依法加强生物多样性保护奠定了法制基础。从保护对象上看，《条例》将生物多样性的生态系统、物种和基因三个层次都作为保护对象；从保护方式上看，规定要采取就地保护、迁地保护、离体保存相结合的方式，建立生物多样性保护体系和网络；从保护措施上看，涵盖了生物多样性保护的规划编制、调查与监测、行政执法、公众参与等方面。同时，《条例》突出了云南的地方特色，在总结前期工作的基础上，明确了编制并发布相关名录、并对极小种群物种实施抢救性保护的要求；为充分发挥少数民族相关传统知识对生物多样性保护的作用，《条例》明确了要加强与生物多样性保护相关传统知识、方法和技能的保护，并建立生物遗传资源及相关传统知识的获取与惠益分享制度。此外，《条例》明确了生物多样性保护的职责，规定各级人民政府应当对本行政区域内的生物多样性保护负责。

《条例》不仅规定了原则、保护对象、保护方式、保护措施等，还突出云南地方特色，编制相关名录，保护少数民族传统知识。明确各级人民政府的保护职责。为地方编制生物多样性保护条例、通过立法保护城市生物多样提供了参考。

行动 14. 重视基于自然的解决方案，合理制定土地使用计划与综合管理

加大对自然基础设施的投资和维护，优先考虑基于自然的解决方案（NbS），形成生物多样性与气候变化协同增效。例如，充分评估红树林等生态系统在应对极端天气等方面的经济价值，与人工堤坝等灰色基础设施相结合，建设绿色基础设施。在政府部门制定城市土地使用计划、引进发展类型的项目时，充分考虑与自然的相互作用。一是要避免经济发展类型的项目侵占或破坏生物多样性保育空间。二是在自然资本核算基础上对城市土地用途进行合理配置，采用充分利用生态系统的综合管理办法。如将湿地与人工设施相结合，确保城市排水防涝安全，同时最大限度地实现雨水在城市区域的自然存积、自然渗透及自然净化，控制洪水风险同时发掘洪水的自然效益，实现城市综合水资源管理。

行动 15. 将生物多样性纳入多部门管理决策

进一步加强城市生态空间保护和治理机制，将生物多样性保护的要求纳入河长制、湖长制、林长制等管理创新中，明确生物多样性保护的领导责任。

要求相关部门将生物多样性保护议题纳入行业规划和日常管理工作中。如发展改革部门引进项目时考虑对生物多样性的影响、园林绿化部门在进行城市绿化时考虑生物多样性保护和提升、水利部门论证水利设施对水生生物的影响、教育部门增加生物多样性相关的教学内容等，推动生物多样性保护在城市管理决策中的主流化。

行动 16. 建立技术标准及指标体系，提高生物多样性评估能力

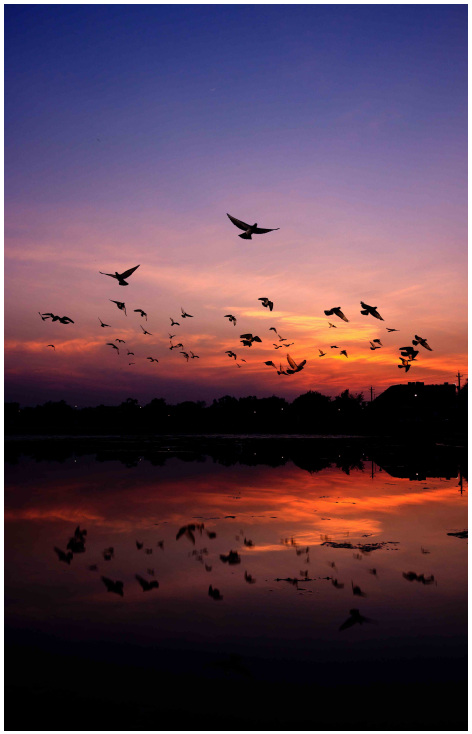
为提高城市生物多样性评估和保护的科学性和统一性，政府可以会同社会组织或相关机构，共同制定城市生物多样性评估和保护的技术标准。

可参考新加坡生物多样性指数、亚洲绿色城市指数等相关指标体系，根据本市生物多样性及环境状况，构建生物多样性评价指标体系，提高生物多样性评估能力。

行动 17. 全面禁止非法野生动物贸易，加强野生动物疫病监测

据统计超过 60% 的传染病和 75% 的新发传染病是人兽共患疾病，其中包括新型冠状病毒肺炎（COVID-19）、严重急性呼吸综合症（SARS）、禽流感等。除了食用野生动物，森林砍伐和其他土地用途改变、非法野生动物贸易、气候变化、养殖业的高度集约化等因素加重了病毒在野生动物与人类间传播的风险。

城市人口密集、流动性大，为人兽共患病快速传播提供了危险的温床。应在城市中全面禁止非法野生动物贸易，严格禁止繁育、饲养、加工、出售和食用野生动物。同时加强卫生防疫、野生动物保护主管部门的协作，定期开展对蝙蝠、鼠类、蚊虫等系统调查，对野生动物疾病进行监测和预防。通过科学宣传和专业管理，减少城市中人及宠物与野生动物之间的冲突。



策略 5. 探索绿色金融，增加城市生物多样性投资

随着生态文明建设的深入，城市生物多样性资金需求不断增加，仅靠政府转移支付和财政专项资金满足不了日益增加的资金需求，亟需扩展新的融资模式，鼓励保护或恢复生物多样性的商业模式，探索绿色金融，撬动资金杠杆，补助资金缺口，推动城市生物多样性保护与发展。在应对生物多样性流失带来的风险的过程中，绿色金融将发挥重要作用。绿色金融是指为支持环境改善、应对气候变化和资源节约高效利用的经济活动，即对环保、节能、清洁能源、绿色交通、绿色建筑等领域的项目投融资、项目运营、风险管理等所提供的金融服务 [34]。

自 2016 年《关于构建绿色金融体系的指导意见》发布，绿色基金、绿色保险、绿色信托、绿色 PPP、绿色租赁等新产品、新服务和新业态不断涌现。地方政府可根据当地资源环境禀赋，大力推广生态旅游、可持续农业、自然教育等商业模式，并因地制宜发展绿色金融产品服务，有效拓宽绿色项目的融资渠道，降低融资成本和项目风险，为保护城市生物多样性和自然生态区融资 [35]。

行动 18. 创造外部有利条件

发展城市绿色金融，需要确定城市可持续发展目标，并基于人口和产业发展前景，编制特定的城市短、中、长期的投融资平衡计划，从而在地方政府、投资者、金融机构间形成合理、稳定、长期的合作预期，增加合作信心。同时，还需要建立健全法律约束，降低政府的违约风险。地方政府还应发挥监管职能，对企业进行严格筛选和监控，降低项目风险。

地方政府还应不断出台激励政策，包括对绿色信贷、绿色债券等提供贴息、发行补助、担保补贴等降低绿色金融成本政策，提供损失分担、设立担保基金的风险分担政策，对绿色债券发行人和投资人提供税收减免的优惠政策，以及设立绿色发展基金和绿色产业基金直接投资绿色产业的投资政策等。

行动 19. 建立合理投资回报机制，拓展绿色投融资渠道

通过合理的投资回报机制吸引社会资本参与，减轻绿色项目对政府资金的依赖，是绿色项目可持续发展的关键。首先，投资回报至少应该包括融资费用、管理报酬和相应的风险报酬。其中，风险如何分担、如何度量是关键。为此，应当建立标准化的评估与分担机制，避免出现风险与收益错配现象。其次，可以按照类别建立标准化的绿色项目绩效考核评价指标体系，出台考评

办法，明确以绩效考核评价结果为项目付费的依据，同时也起到激励和规范绿色项目发展的作用。再次，可以从项目设置组合来考虑如何减少财政依赖。例如，可以将收益难以内置化的项目和能够产生稳定收益，或是可以衡量绩效的项目组合进行开发，如在生态修复地区发展生态农业。最后为特定项目构建可预期、可实现、可控制的现金流、实现项目全生命周期内可信的偿债能力和合理收益，支撑更多项目有条件实现项目融资，并有能力实现滚动融资。

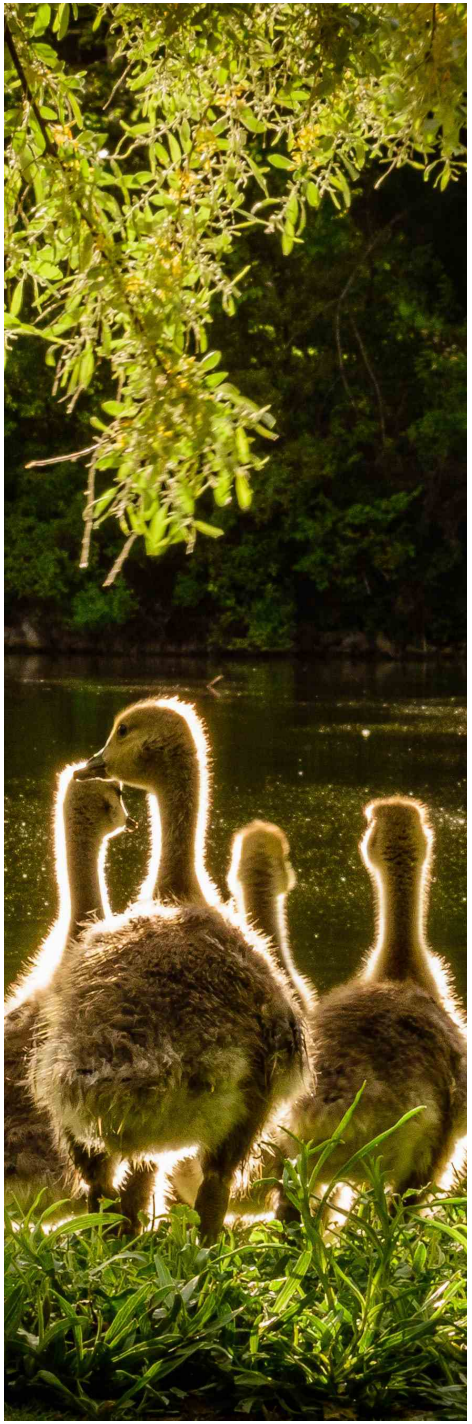
行动 20. 丰富绿色项目的参与主体

构建不同出资方的合作机制，形成不同风险承受能力的不同来源资金的优先和劣后次序，让保守但资金规模大的银行保险类机构有安全、畅通的渠道通过项目融资模式为绿色项目提供资金支持。可以考虑将有些绿色项目按区域或按内容进行拆分，降低民营企业的进入门槛。另外，引入国内外政策性资金对绿色项目有低成本增信作用，可以增强投资者信心，吸引社会资本参与。让民营企业和第三方服务机构、社会组织更多参与是未来趋势。鼓励第三方服务机构和社会组织充分发挥其专业性和公允性，参与对绿色项目的绩效考核。

行动 21.　鼓励金融产品创新

融资能力是影响民营企业参与绿色项目的一个重要因素。既需要创新融资模式，也需要在调整优化现有融资工具的基础上创新金融产品。建议大力发展地方绿色银行，使其在有效监管下创新绿色金融产品。同时，对绿色债券和绿色基金等进行创新，例如创新发行中小企业专项绿债等。金融行业应当更多地基于重大项目全生命周期的现金流，通过金融创新更好提供金融支持。由商业银行重点支持处于建设期和资产培育期早期的重大项目的融资，给夹层融资、保险资产管理计划、投资基金等私募型金融工具更多的发挥空间，成熟期的资产更多通过公开市场形成标准化的证券化产品（例如 REITS）。


© Ola Jennersten / WWF-Sweden



策略 6：提高城市生物多样性保护的市民意识和社会参与度

城市生物多样性事关市民全体，应通过社会宣传、学校教育等途径，在社会上营造一种热爱与珍惜城市生物多样性的氛围，吸引公众积极主动地参与城市生物多样性的调查和保护工作。开展宣传、推广、教育等多方面工作，培育社会组织，扶持社会企业，提高城市生物多样性的全社会参与度。



WWF 环境教育讲师带领孩子在国家湿地公园草坪上观察秋季树叶的颜色

行动 22. 加强教育与宣传，提高认识和保护意识

利用主流媒体、网络平台、社区机构等开展生物多样性教育和宣传工作。

鼓励组织生物多样性工作坊、自然观察夏令营、生物多样性嘉年华等活动，为公众提供多元化的学习体验机会。帮助公众在与自然的直接接触中，建立直观的生物多样性保护感受。

将生物多样性教育贯穿学前教育、小学教育和中学教育阶段。根据不同等级的教学特点，制定各具特色的城市生物多样性教育方案。通过生动的课堂教育和多样化的课外活动相结合的教学方式，帮助市民从小建立生物多样性保护的意识并初步获得生物多样性调查与保护的能力。

在日常生活中大力宣传和推广可持续采购、绿色生产和绿色消费，引导居民进行负责任消费，减少对生物资源的消耗，保护生物多样性。

行动 23. 推广生物多样性志愿服务活动

鼓励公众参与城市生物多样性保护相关志愿服务和活动。在森林公园、郊野公园、城市公园等生物多样性较高的地区增加生物多样性义务导览岗位，吸纳社会志愿者参与导览活动。

在社区或街道增加生物多样性工作站，吸引当地居民参与生物多样性义务宣传等推广工作。

行动 24. 鼓励公众参与调查收集生物多样性资料

鼓励全民参与生物多样性的野外调查、数据收集。将民间团体、个人等纳入生物多样性调查的主体，吸引社会各界共同建设城市生物多样性数据库。开展城市生物多样性调查培训，培养公众进行生物多样性调查能力。建立生物多样性信息共享平台，促进民间团体、个人等共享生物多样性调查信息。建立城市生物多样性调查的长效机制，培养一批能够长期进行城市生物多样性调查的民间科学家。

行动 25. 建立广泛的生物多样性保护伙伴关系

促进城市政府、学术机构、社会企业、民间组织以及公众等在生物多样性保护上达成共识。鼓励和培育专注于生物多样性保护的民间组织，建立社会各界参与生物多样性的桥梁。激励企业采用支持保护或恢复生物多样性的商业模式，例如开展可持续农业，避免使用杀虫剂和除草剂；优先投资于自然基础设施；以及加强供应链管理，减少产品全生命周期的生态环境负面影响等。

七、定期监测与核查

定期监测与核查对于城市生物多样性的保护工作至关重要，是城市生态环境保护的基础依据。城市应根据本地的自然环境和社会经济发展条件开发适合本地的城市生物多样性监测工具。

同时要建立城市生物多样性监测管控指标体系和统计标准，因地制宜地建立健全规范的监测评价制度。依据具有代表性、易于理解、数量化、及时性、便于分析、经济适用、指示性、稳定性、方便管理、敏感性及科学可信性等标准，选择适用于当地的相应指标进行统计管理，如被检测物种丰富度及分布范围、群落多样性、生境连接度、敏感动植物分布与多度变化趋势、外来入侵物种数量及经济损失、受胁迫物种状况的变化等。

优化政府部门的管理机制，加强对长期城市生物多样性监测与核查工作的支持，提高对调研形式及成果的管理，成果内容应包括城市基本情况、自然概况、生物多样性调查方法、生物多样性状况、生物多样性评价、合理开发利用建议等。

完善城市生物多样性监测专家库，统筹各高校、研究机构及相关单位的专家，成立专业委员会，促进调查与评估工作的进步，定期开设技术交流会、培训会、研讨会等，推动监测长效发展。



WWF 环境教育讲师在广州海珠国家湿地公园引导孩子观察植物

八、城市生物多样性战略工作核查表

城市生物多样性战略工作核查表

序号	核查类型	核查内容	细化准则	核查结果
1	城市生物多样性调查	建立一个相对全面的调查框架	1. 定期开展基础调查、评估和监测 2. 明确调查的重点指标 3. 组建多学科参与的调查团队 4. 采用科学合理、成熟适用的基础调查方法 5. 包含城市中物种及其生境、生物多样性的生态系统服务、居民对城市生物多样性的认知状况以及城市生物多样性管理与保护等调查 6. 形成完整的城市生物多样性状况调查报告	
2	加强调查、记录和科学研究，建立共享信息平台	建立城市生物多样性调查体系	1. 基因层次，要建立基因库 2. 物种调查层面，结合现有十年一次的森林资源规划设计调查进行调查 3. 生境调查层面，结合现有五年一次的森林资源详查，增加生境质量评估等调查 4. 生态系统层面，结合物种调查和生境调查，分析生态系统空间数量、本身质量，服务功能、敏感性脆弱性等 5. 景观层面，结合国土调查数据、土地数据、规划数据和生态系统评价，分析景观质量	
3		搭建信息共享平台，加强知识共享	1. 搭建城市生物多样性信息共享平台，分享本市生境及物种的资料，以及供学校和公众教育所用的参考资料等 2. 建立以地理信息系统为基础的数据分享平台，方便不同的使用者（政府人员、研究人员、专业顾问、自然爱好者及普通市民）分享数据	
4		制定城市动植物物种清单和外来入侵物种名录	1. 制定城市的动植物物种清单，附有照片和相关描述，记录物种在城市里的生存状况，以实现对物种状态的长期监测和跟踪 2. 建立外来入侵物种名录	
5		鼓励和促进相关研究	1. 鼓励和促进与生物多样性相关的研究	
6	将城市生物多样性理念纳入国土空间规划	构建分级分类生物多样性保护体系	1. 因地制宜，分级分类，提出适宜的生物多样性保护体系	
7		结合自然保护地体系，划定自然保护区和自然公园	1. 划定自然保护区 2. 划定自然公园	
8		加强海洋保护地网络建设与管理，保护海岸带生态系统	1. 以海洋生态核算为基础进行海洋空间规划，加强海洋保护地建设与管理 2. 结合就地与迁地保护，根据不同的生态系统提出具体并有针对性的保护及修复措施，配合监测方案确保成效	

序号	核查类型	核查内容	细化准则	核查结果
9		结合双评价，城市主导功能分区和三区三线考虑城市生物多样性	1. 以城市生物多样性调查结果为基础，评价城市生物多样性维护功能重要性 2. 在双评价的基础上，将城市生物多样性维护重要功能区划入城市主导功能分区和三区三线中的生态功能区	
10		构建整体性、多层次的生态网络	1. 根据不同的功能需求和立地条件，构建合理的、多层次的城市生态网络 2. 适当建设小型廊道 3. 提供立体绿化等作为生物移动的踏脚石	
11	修复城市受损空间，改善城市生态环境	实施生态修复，恢复城市受损空间	1. 确定需要进行生态修复的城市受损空间 2. 根据场地的现状条件特征，因地制宜地采取适宜的措施	
12		改善水生态环境	1. 净化水质、软化硬质河道，依靠植被和土壤构筑柔软边缘和河床，恢复河流原本水草丰茂的自然面貌	
13		近自然设计，营造多样化生态景观	1. 城市景观设计以生态景观为新目标，在进行场地的地形设计、水体设计、植物景观设计以至铺地和建筑的选材时，将生物多样性纳入考虑范畴 2. 建设城市森林	
14	将生物多样性纳入城市政策法规和管理决策	完善相关法律法规体系，加强立法保护	1. 不与现行的法律法规冲突，补充制定相关城市法规、规章等	
15		基于自然的解决方案，合理制定土地使用计划与综合管理	1. 加大对自然基础设施的投资和维护，优先考虑基于自然的解决方案（NbS），形成生物多样性与气候变化形成协同增效 2. 在制定城市土地使用计划、引进发展类型的项目时，充分考虑到与自然的相互作用、对生物多样性的影响	
16		将生物多样性纳入城市管理决策	1. 进一步加强城市生态空间保护和治理机制，将生物多样性保护的要求纳入河长制、湖长制、林长制等管理创新中，明确生物多样性保护的领导责任 2. 要求相关部门将生物多样性保护议题纳入行业规划和日常管理工作中	
17		建立技术标准及指标体系，提高生物多样性评估能力	1. 政府联合行业协会或相关机构，制定城市生物多样性评估和保护的技术标准 2. 构建生物多样性评价指标体系，提高生物多样性评估能力	
18		全面禁止非法野生动物贸易，加强野生动物疫病监测	1. 城市中全面禁止非法野生动物贸易，严格禁止繁育、饲养、加工、出售和食用野生动物 2. 加强卫生防疫、野生动物保护主管部门的协作，定期开展对蝙蝠、鼠类、蚊虫等系统调查，对野生动物疾病进行监测和预防 3. 通过科学宣传和专业管理，减少城市中人及宠物与野生动物之间的冲突	
19		创造外部有利条件	1. 编制特定的城市短、中、长期的投融资平衡计划 2. 建立健全法律约束，降低政府的违约风险 3. 地方政府发挥监管职能，对企业进行严格筛选和监控，降低项目风险 4. 地方政府应不断出台激励政策，包括降低绿色金融成本政策、风险分担政策、减税优惠政策、投资政策等	

序号	核查类型	核查内容	细化准则	核查结果
20	探索绿色金融，增加城市生物多样性投资	建立合理投资回报机制，拓展绿色投融资渠道	1. 建立标准化的评估与分担机制，避免出现风险与收益错配现象 2. 按照类别建立标准化的绿色项目绩效考核评价指标体系，出台考评办法，明确以绩效考核评价结果为项目付费的依据 3. 从项目设置组合来考虑如何减少财政依赖 4. 为特定项目构建可预期、可实现、可控制的现金流、实现项目全生命周期内可信的偿债能力和合理收益	
21		丰富绿色项目的参与主体	1. 构建不同出资方的合作机制，形成不同风险承受能力的不同来源资金的优先和劣后次序，让银行保险类机构通过项目融资模式为绿色项目提供资金支持 2. 将有些绿色项目按区域或按内容进行拆分，降低民营企业的进入门槛 3. 引入国内外政策性资金对绿色项目有低成本增信作用，可以增强投资者信心，吸引社会资本参与 4. 鼓励第三方服务机构和社会组织充分发挥其专业性和公允性，参与对绿色项目的绩效考核	
22		鼓励金融产品创新	1. 建议大力发展地方绿色银行，使其在有效监管下创新绿色金融产品 2. 对绿色债券和绿色基金等进行创新，例如创新发行中小企业专项绿债等	
23	提高城市生物多样性保护的市民意识和社会参与度	加强教育与宣传，提高认识和保护意识	1. 利用主流媒体、网络平台、社区机构等开展生物多样性教育和宣传工作 2. 通过策划生物多样性工作坊、自然观察夏令营、生物多样性嘉年华等活动，为公众提供多元化的学习体验机会 3. 将生物多样性教育贯穿学前教育、小学教育和中学教育阶段。根据不同等级的教学特点，制定各具特色的城市生物多样性教育方案 4. 在日常生活中大力宣传和推广可持续采购、绿色生产和绿色消费	
24		推广生物多样性志愿服务活动	1. 鼓励公众参与城市生物多样性保护相关志愿服务和活动 2. 在社区或街道增加生物多样性工作站，吸引当地居民参与生物多样性义务宣传等推广工作	
25		鼓励公众参与调查收集生物多样性资料	1. 鼓励全民参与生物多样性的野外调查、数据收集 2. 开展城市生物多样性调查培训，培养公众进行生物多样性调查能力 3. 促进民间团体、个人等在生物多样性共享平台共享生物多样性调查信息 4. 建立城市生物多样性调查的长效机制，培养一批能够长期进行城市生物多样性调查的民间科学家	
26		建立广泛的生物多样性保护伙伴关系	1. 建立城市政府、学术机构、社会企业、民间组织以及个体公众等在生物多样性保护上的合作伙伴关系 2. 鼓励和培育专注于生物多样性保护的民间组织 3. 激励企业采用支持保护或恢复生物多样性的商业模式	

附录 生物多样性调查方法

一、生物多样性层面调查方法

1.1 基因多样性调查方法

城市基因多样性 主要指生物种内基因的变化，包括种内显著不同的种群之间以及同一种群内的遗传变异。通过对染色体数目和结构的变化以及基因位点内部核苷酸变化等的调查，了解物种及其后代能是否能够完全适应多变的自然环境，分析物种未来的发展趋势。调查方法可分为形态学标记、细胞学标记、生化标记和分子标记。

形态学标记：是指生物的外部特征特性。传统的检测方法是根据个体间的形态差异来区分某些特殊个体的，直接简便易行，但由于形态学或表型性状数量较少，易受环境条件、人为因素测量工具及基因显隐性等因素的影响，遗传表达不稳定，因此在有些情况下并不能完全真实全面地反映遗传多样性。

细胞学标记：主要是指染色体核型（染色体数目、大小、随体、着丝点位置等）及带型，采用染色体分带技术来标记，是一种直观、快速而经济的检测外源遗传物质的方法。但由于染色体分带技术的技术性较强，易受实验条件的影响，且大多数染色体具有这种细胞学标记数目有限，导致细胞学标记对某些不具有特异性带型的染色体或片段进行鉴定时结果的可靠性略差。

生化标记：采用同工酶电泳技术，根据不同蛋白质所带电荷性质不同，通过蛋白质电泳或色谱技术以及专门的染色反应显示出不同形式的同工酶，从而鉴别不同的基因型，实验程序简单、成本较低、比较稳定，比形态学标记更能提供较大的差异信息，但生化标记数目在一定程度上仍然有限，且不具有共显性，因而限制了它的应用。

分子标记：是指以 DNA 多态性为基础的遗传标记。主要采用简单重复序列等方法进行调查。简单重复序列（SSR）是通过几个核苷酸（1—5 个）为重复单位组成的长达几十个核苷酸的重复序列，根据重复单位的次数的不同或重复程度的不完全相同，造成了 SSR 长度的高度变异性，由此而产生 SSR 标记，再通过 PCR 技术，经聚丙烯酰胺凝胶电泳，即可显示 SSR 位点在不同个体间的多态性，分析基因的多样性。通过简单重复序列方法标记数量丰富，具有较多的等位变异，广泛分布于各条染色体上，技术重复性好，易于操作，结果可靠，但开发此类标记需要预先得知标记两端的序列信息，而且引物合成费用较高。

1.2 物种多样性调查方法

根据《全国生物多样性调查技术规定》，可以将调查类型分为植物调查、动物调查和微生物调查三种 [30]。主要调查物种种类、数量、分布，受威胁因素和利用保护现状等，对物种的生境状况及群落健康状态等进行评价，分析物种在利用及保护过程中存在的问题。

植物调查：主要为植被面积与分布，植物种类、数量和生境状况，群落的优势种、建群种的植物种类、分布和群落特征，植被利用和破坏情况等的调查。明确植被群落生长状况，分析植被群落退化及被破坏等的原因，调查方法主要分为三种：典型抽样法、核实法、系统抽样法。

典型抽样法是在目的物种所处植物群落或生境中选取代表性地段设置主样方，即兼顾目的物种不同的种群密度合理设置样方进行实地调查，适用于呈较均匀的散生且连片分布面积较大的目的物种，或者团状分布格局的目的物种。

核实法是在全面收集以往调查资料的基础上，对原有记载的资料进行分类整理，再深入实地，通过全查（直接计数）进一步调查核实其分布面积、种群数量及蓄积量的变化情况，补充以往调查资料，适用于分布区域狭窄、分布点少，分布面积小，种群数量稀少而便于直接计数的目的物种。

系统抽样法是通过查询确定目的物种的分布区域，综合分析，确定其适生的分布范围和面积，在总体范围内，结合区域内资源连续清查，按照系统抽样技术要求，机械等距地布设样方，进行实地调查，适用于随机分布且分布零星广泛的目的物种 [36]。

动物调查：主要为动物种类、数量、分布、习性及生境状况，影响动物生存的主要因素及保护情况等的调查。明确动物群落的健康状态，分析影响动物生存的主要因素，调查方法主要采用直接计数法和抽样调查两种方法。

直接计数法是直接记录调查区域内动物绝对种群数量的方法，适用于便于技术的繁殖群体，以动物实体为主，借助于单筒或双筒望远镜来进行调查，在群体数量极大的情况下，可以估计群体的数量。

抽样调查是以调查区域为总体，根据生态系统类型及动物分布状况再分层，每层为一个副总体，从副总体中一次抽取一套样本单元（样带），样带内还可均匀镶嵌适合于小型动物调查的亚单元，即样方、样点或样线，在样本单元或单元内采用各种方法查清各种动物数量，抽样强度、样带面积、总体样带数和各层样带数的确定应根据调查区域的具体情况采用适合方法。样方法和样点法适用于地形复杂、难于连续行走的特殊区域，样线法适用于大面积调查，在样带内沿样线的方向分段布线。

微生物调查：主要为微生物的种类、分布、数量、受威胁因素和利用保护现状等的调查。全面了解城市微生物群落构成，分析微生物群落对生态环境的影响，调查方法采用内外业相结合的方式 [37]。

外业采用踏查法、样线法等采样方式，调查其种类、分布、生境、威胁因子等，并采集标本，尽量避免遗漏 [38]。内业先对标本整理，采集的标本应及时用带通风烘干机进行燥处理，避免腐烂和 DNA 降解，再对标本进行鉴定，计算相关评估指标，绘制图件。

1.3 生态系统多样性调查方法

城市生态系统多样性主要是针对城市内部的森林、湖泊、湿地、农田等生态系统，对其类型的数量、面积和分布等进行调查，对生态系统的多样化和健康状态进行评价，分析生态系统受自然和人为干扰的干扰因子和程度以及后果。调查方法主要分为丰富度调查、多样性调查、均匀度调查和优势度调查。

生态系统丰富度调查：是表示某一研究区域内生态系统类型数多少的定量指标，可用绝对生态系统丰富度、相对生态系统丰富度和生态系统丰富度密度三种来表示。绝对生态系统丰富度是指生态系统类型的数目，相对生态系统丰富度是指生态系统类型的斑块数与生态系统类型斑块数的最大值的比率，生态系统丰富度密度是指单位面积内生态系统类型的斑块数目。

生态系统多样性调查：通过对生态系统的类型数量、以及生态系统类型的面积的调查，采用 Shannon-Wiener 指数和 Simpson 指数来计算多样性指数。

生态系统均匀度调查：是生态系统中不同斑块的分布均匀程度，通常以多样性指数与其最大值的比来表示。

生态系统优势度调查：用来描述生态系统多样性与最大生态系统多样性之间的偏差，可以采用 Shannon-Wiener 指数来进行计算 [39]。

1.4 景观多样性调查方法

城市景观多样性主要从物种多样性（生物）、生境异质性（生态）、人类土地利用类型（文化）3 个方面进行调查 [40]。通过对斑块多样性、类型多样性和格局多样性等调查分析，对景观质量现状、景观的利用开发或适宜性及景观功能作用进行评价，分析总结影响景观多样性的原因及相应解决方法。调查方法主要采用文献调查法、实地调查法和访谈法相结合的方法。

物种多样性调查：在卫星图和地图上进行初步调查，然后实地对现有植被组成特点（包括植被优势种、建群种、乔木郁闭度）进行调查，根据《中国植被》分类方法进行分类，采用以样方为单位的计数调查和记录调查，利用香农 - 维纳多样性等指数进行计算分析，同时采用动物调查的方法，统计动物的丰富度等指数。

生境异质性调查：根据已有的资料通过 GIS 等软件结合景观生态学属性分类方式，对不同的要素进行分类分析，建立数字地形模型，使数据可视化。

土地利用类型调查：在卫星图和地图上进行初步调查，然后实地进行进一步调查，结合土地利用现状和人们的参与程度进行分类，对景观文化内涵进行综合分析 [41]。



二、生态系统服务层面调查

生态系统气候调节影响的调查采用费用支出法和市场价值法，费用支出法是以人们对某种生态服务功能的支出费用来表示其生态价值；市场价值法是先定量地评价某种生态服务功能的效果，再根据这些效果的市场价格来估计其经济价值。

涵养水源功能的调查采用影子工程法，影子工程法是当环境受到污染或破坏后，人工建造一个替代工程来代替原来的环境功能，用建造新工程的费用来估计环境污染或破坏所造成的经济损失。

净化环境功能的调查采用市场价值法和影子工程法结合的方式；市场价值法是先定量地评价某种生态服务功能的效果，再根据这些效果的市场价格来估计其经济价值，影子工程法是当环境受到污染或破坏后，人工建造一个替代工程来代替原来的环境功能，用建造新工程的费用来估计环境污染或破坏所造成的经济损失。

感官心理及精神文化益处的调查采用旅行费用法和条件价值法 [42]。旅行费用法是利用游憩的费用（常以交通费和门票费作为旅游费用）资料求出“游憩商品”的消费者剩余，并以其作为生态游憩的价值；条件价值法是从消费者的角度出发，在一系列假设前提下，假设某种“公共商品”存在并有市场交换，通过调查、询问、问卷、投标等方式来获得消费者对该“公共商品”的 WTP（支付意愿）或 NWTP（净支付意愿），综合所有消费者的 WTP 和 NWTP，即可得到环境商品的经济价值。

三、认知层面调查

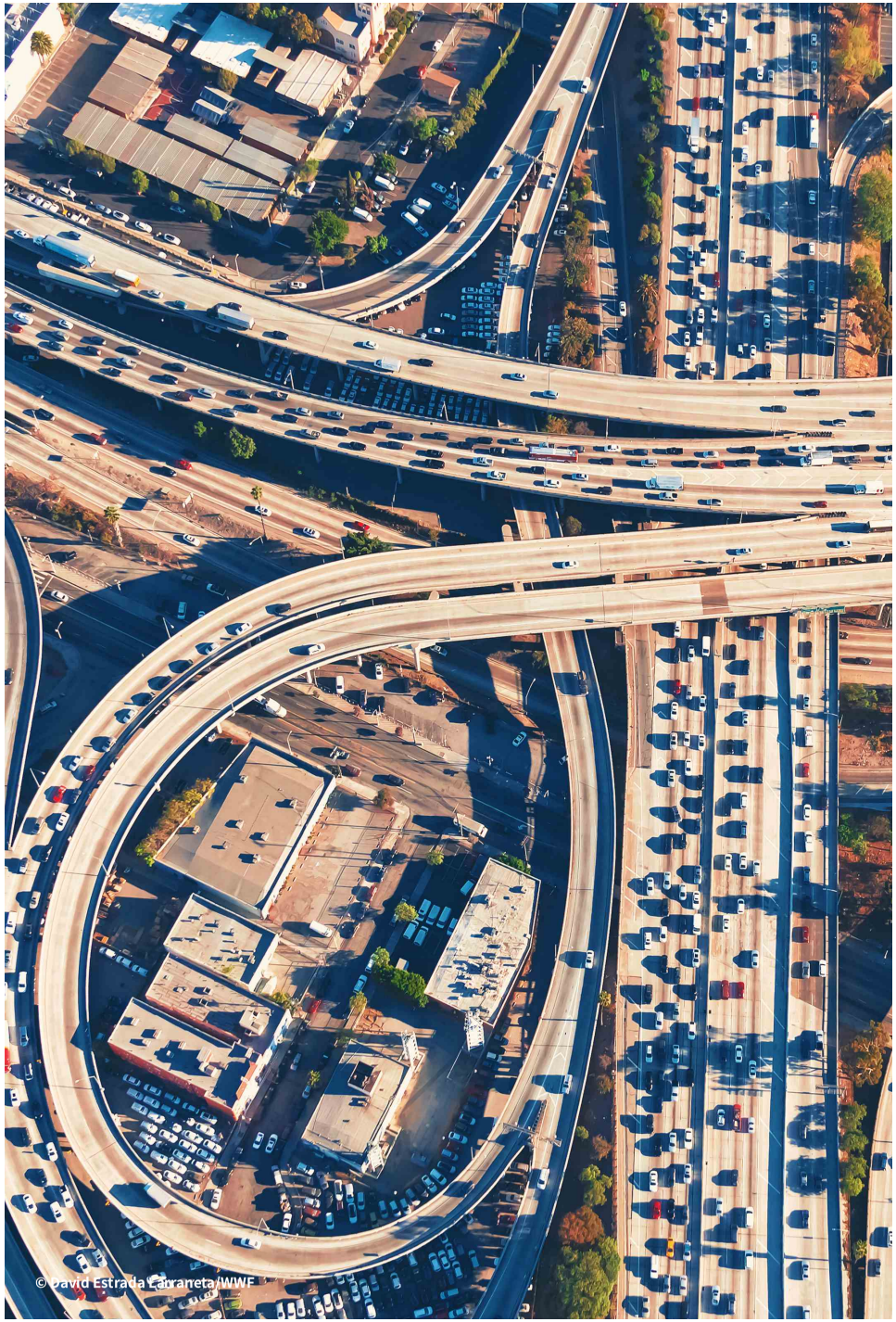
问卷调查法：根据问卷发放方式的不同，可将调查问卷分为送发式问卷、游击式问卷、报刊式问卷、人员访问式问卷、电话访问式问卷和网上访问式问卷 6 种 [43]。问卷的标题目的要明确、简明扼要，说明要简明周道，编码要标明调查项目的代码数字，还要有被调查者的背景资料并统合管理，调查者也要明确责任、便于查询核实，结束语需要体现友好、激励和延续的特点，问卷问题包括生物多样性的知识，对生物多样性的态度、看法与感觉，有关生物多样性的实践、以及媒体和信息 4 大块内容。最后利用 excel 软件对调查数据进行统计分析和制作图表。

访谈法：是收集第一手资料最常用、最基本的方法之一，针对政府、企业等焦点人物采用访谈的形式，直接获取反馈信息。

四、保护与管理层面调查

问卷调查法与访谈法与认知层面调查方法是一致的，具体问题应该包括城市生物多样性管理条例及执行情况、企业在生物多样性保护中的做法、社会组织对城市生物多样性保护的方法方式以及各层级未来的行动计划等。

观察调查法：指调查者在现场对调查对象的情况直接观察、记录，以取得信息资料的一种方法，主要观察人的行为和客观事物，采用纵向观察和横向观察相结合的方法，全面了解城市多样性的保护与管理工作的情况，避免了因被访者而产生的误差，所获信息客观、准确，调查实施起来简单、易行。



参考文献

[1]《2018 年版世界城镇化展望》,联合国经济和社会事务部人口司

[2] 国家统计局

[3] 城市规划原理 [M]. 中国建筑工业出版社 , 吴志强 , 2010

[4] 徐炜等 ,《生物多样性与生态系统多功能性 : 进展与展望》,2016

[5]McKinney M L.Urbanization,biodiversity,and conservation.Bioscience,2002,52(10) : 883-890.

[6]Czech B，Krausman P R，Devers P K. Economic associations among causes of species endangerment in the United States. Bioscience,2000,50(7) : 593-601.

[7] 毛齐正 , 马克明 , 邬建国 , 唐荣莉 , 张育新 , 罗上华 , 宝乐 , 蔡小虎 . 城市生物多样性分布格局研究进展 [J]. 生态学报 ,2013,33(04):1051-1064.

[8]《中国生物物种名录》2019 版

[9] 城市生物多样性保护案例研究 [M]. 中国环境科学出版社 , 彭羽 , 2012

[10] 中国生物多样性保护战略与行动计划 2011-2030 年

[11] 生态环境部：中国提前实现《生物多样性公约》提出的到 2020 年保护地面积达到 17% 的目标 https://www.jiemian.com/article/3544777_qq.html

[12] 解焱 . 我国的自然保护区体系空缺分析 [J]. 绿色中国 ,2004(10):60-63.

[13] 闻丞 , 顾垒 , 王昊 , 吕植 , 胡若成 , 钟嘉 . 基于最受关注濒危物种分布的国家级自然保护区空缺分析 [J]. 生物多样性 ,2015,23(05):591-600.

[14] 什么是生物多样性？什么是生物多样性公约？ http://www.sohu.com/a/313767502_162032

[15] 党的十八大报告

[16] 马克平 , 钱迎倩 . 生物多样性保护及其研究进展 [综述][J]. 应用与环境生物学报 ,1998(01):96-100.

[17] 马克平 . 试论生物多样性的概念 [J]. 生物多样性 ,1993(01):20-22.

[18] 马克平 , 钱迎倩 , 王晨 . 生物多样性研究的现状与发展趋势 [J]. 科技导报 ,1995(01):27-30.

[19] 生物多样性公约秘书处 . 生物多样性公约 . http:/ /www. cbd . int/doc /legal/ cbd-un-zh. Pdf

[20] 千年生态系统评估(2005) www.teebweb.org

[21] 世界银行报告《生物多样性、气候变化和适应：世界银行投资中基于自然的解决方案》. 2008

[22] 吴建国 , 吕佳佳 , 艾丽 . 气候变化对生物多样性的影响 : 脆弱性和适应 [J]. 生态环境学报 , 2009(02):299-309.

[23] 香港环境局 ,《香港生物多样性策略及行动计划 2016 -2021》,2016 http://www.afcd.gov.hk/tc_chi/conservation/Con_hkbsap/files/HKBSAP_CHI_2.pdf

[24] 赵彩君 . 风景园林与城市微气候 [J]. 风景园林 ,2018,25(10):4-5.

[25] 中共中央办公厅、国务院办公厅,《关于划定并严守生态保护红线的若干意见》,2017

[26]http://www.shidi.org/ 湿地中国

[27] 生态设计：绿色基础设施 http://www.chla.com.cn/htm/2016/1121/255574.html

[28] 全球外来物种入侵情况严重 科学家将编写相关报告 https://baijiahao.baidu.com/s?id=1644823254522261667&wfr=spider&for=pc

[29] 外来物种登陆中国：超半数外来有害物种系人为引种 https://baijiahao.baidu.com/s?id=1622686043671044755&wfr=spider&for=pc

[30]《全国生物多样性调查技术规定》

[31] 黄越 . 北京城市绿地鸟类生境规划与营造方法研究 [D]. 清华大学 ,2015.

[32] 李志刚 , 谭乐和 . 海岸带生物多样性保护研究进展 [J]. 中国农学通报 ,2009,25(12):260-262.

[33] 蒙倩彬 . 基于生物多样性保护的城市生态廊道研究 [D]. 北京林业大学 ,2016.

[34]《关于构建绿色金融体系的指导意见》,2016

[35] 完善绿色金融标准体系 推动绿色金融发展 https://baijiahao.baidu.com/s?id=1594785076269643322&wfr=spider&for=pc

[36]《自然保护区生物多样性调查规范》

[37]《全国微生物资源调查技术规定》

[38]《县域大型真菌多样性调查与评估技术规定》

[39]《生物多样性调查与评价》

[40]NAVEH Z. 果观与恢复生态学[M] .李秀珍,译.北京：高等教育出版社,2010.

[41] 唐迪 . 西南大学景观生态多样性调查研究 [J]. 西南师范大学学报 (自然科学版),2016,41(05):69-73.

[42] 刘逸彬 . 张掖市黑河湿地生态系统服务功能评价与可持续发展 [D]. 兰州大学 ,2017.

[43] 杨进良 , 张建红 , 张建平 , 杨俊武 . 公务人员对生物多样性认知调查 [J]. 安徽农学通报 (上半月刊),2012,18(09):57-59.