

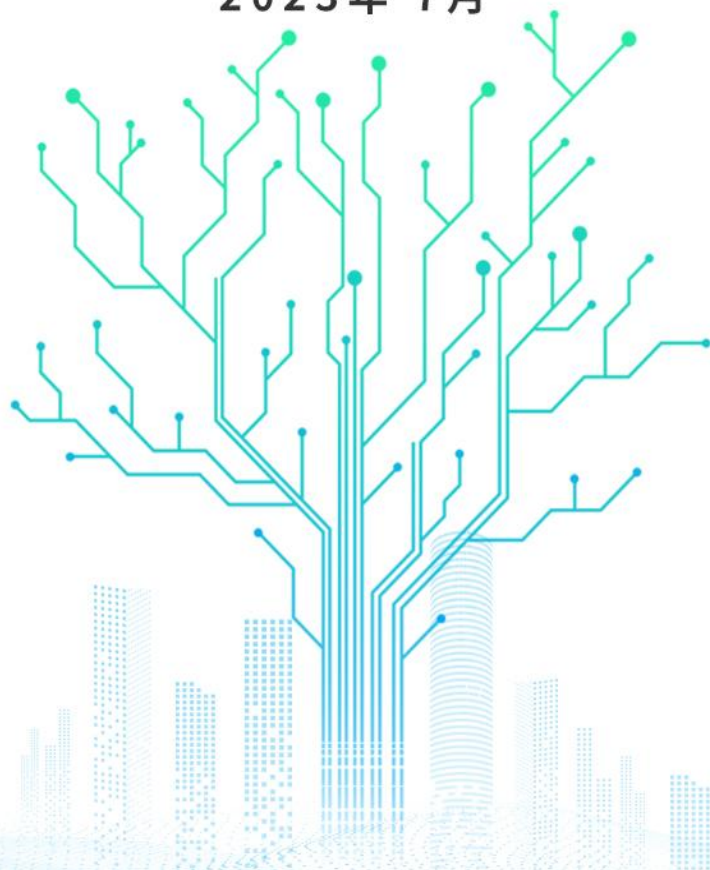


数字技术赋能零碳城市建设 白皮书

数字孪生城市联合创新实验室

中国联通智能城市研究院·武汉大学

2023年 7月



版权声明：

本白皮书版权归属中国联通智能城市研究院和武汉大学，并受法律保护。转载、摘编或利用其他方式使用本报告内容的，应注明来源。违反上述声明者，将追究其相关法律责任。

主编单位：中国联通智能城市研究院、武汉大学

参编单位：上海联通智慧城市研究院



中国联通
Chinaunicom

前言

城市的运作与人类活动密切相关，自工业革命以来，人类经济活动产生了大量碳排放，使得大气 CO₂ 浓度上升了 75%，造成全球气候变化和极端气候灾害频繁发生。城市是人类生产生活的主要场所，虽然城市面积仅占不到陆地面积的 3%，但城市是碳排放最集中的区域。碳达峰、碳中和双碳战略是指引我国未来可持续社会经济发展变革的基本方向，要实现“双碳”战略目标，构建“零碳”城市是必然要求，是落实“双碳”战略计划的基础环节，也是未来绿色发展科学规划的一部分。

近年来，国家在“零碳能源”、“零碳建筑”、“零碳家庭”、“零碳交通”等城市功能系统上的重视程度和投入逐年增强，尽量减少碳的排放量（碳源）。另一方面，城市本身也包含大量的植被覆盖，如城市森林、城市农田、城市草地等绿色植物，城市热岛及相对较高 CO₂ 浓度环境，使城市绿地发挥其生态服务功能，实现更高效率的固碳（碳汇）。“零碳”城市并非追求“零碳”排放，而是碳排放和固碳的均衡，即净“零碳”。提升城市植被固碳能力，可以抵消城市碳排放，从而实现城市的“近零碳”、“零碳”甚至“负碳”目标。

中国联通智能城市研究院与武汉大学联合成立数字孪生城市联合创新实验室，利用数字化技术赋能零碳城市建设，结合遥感、大数据、云计算、人工智能、数字孪生、物联网等技术手段，基于遥感云服务平台、城市信息模型 CIM 平台，汇集并整合城市各类基础设施数据、社会经济发展统计数据及监测数据，深入分析“零碳”城市数字化建设内涵、城市碳排和固碳的评价方法、计算模型，突出城市规划管理优化降低碳排放和提升城市固碳能力，提出数据融合和因地制宜升级城市生态系统管理策略，为“零碳”城市建设提供参考。通过“零碳”城市的实践建设，为全国推广“零碳”城市提供实例，助力国家“双碳”战略目标达成，为全球气候变化应对贡献中国力量。

目录

1. “双碳”战略，城市高质量发展必由之路	1
1.1. “双碳”战略的意义	1
1.2. “零碳”城市内涵	2
1.3. “零碳”城市发展现状	3
1.4. “零碳”城市建设机遇与挑战	7
2. 数字化技术，城市“双碳”创新管理重要驱动力	8
2.1. 物联网技术强化城市“双碳”数据获取途径	9
2.2. 遥感技术创新城市“双碳”监测手段	10
2.3. 智能计算提升城市“双碳”核算能力	12
2.4. 大数据分析节能减排和挖掘固碳潜力	15
2.5. 数字孪生辅助“零碳”城市规划决策	17
3. 城市“零碳”数字孪生，助力“零碳”城市建设	19
3.1. “零碳”城市数字化建设总体架构	19
3.2. “零碳”城市数据体系建设	21
3.3. 遥感云服务，“零碳”城市“血液”更新助力泵	23
3.4. 城市信息模型 CIM，构筑城市“零碳”孪生时空能力中枢	24
3.5. 数字孪生低碳应用，赋能城市“零碳”应用服务	25
4. 试点先行，数字孪生技术赋能“零碳”城市实践	29
4.1. 江西吉水，数字孪生技术助力城市双碳规划管理	29
4.2. 湖南长株潭，构筑城市双碳空天地一体化监测管理体系	30
4.3. 杭州余杭，助力打造生态共富“双碳革新”	32
5. 发展展望，“零碳”城市数字化发展思考	34
5.1. 统筹顶层规划与标准建设，引领“零碳”城市建设	34
5.2. 加快技术提升与融合共治，持续赋能“零碳”城市建设	35
5.3. 建立一体化绿色生态联盟，构筑“零碳”城市新生态	35
6. 总结	36
参考文献	37

1. “双碳”战略，城市高质量发展必由之路

1.1. “双碳”战略的意义

“双碳”战略，即碳达峰、碳中和的简称，我国力争 2030 年前实现碳达峰，2060 年前实现碳中和。“双碳”战略目标的提出将我国绿色发展之路提升到新的高度，也是我国城市高质量发展的必由之路。

● 科学内涵：气候变暖确定性增强，减排控温已成为全球共识

全球变暖等气候变化，是当今人类面临的重大全球性挑战，会引发极端天气、海平面上升、物种灭绝等灾难性后果。联合国气候科学机构——政府间气候变化专门委员会（IPCC）已先后发布了六次气候评估报告，明确了全球气候变暖的确定性规律，更确认了人类碳排放在增温中的重要影响，刻不容缓地开展减排控温工作已成为国际社会的共识。

● 政治战略：推动生态文明建设，做负责任大国

我国是全球最大的能源生产国、消费国和碳排放国，在全球气候治理中发挥着关键作用。当今世界正在经历百年未有之大变局，在全球抗击新冠肺炎疫情的共同影响下，新一轮科技革命和产业变革进入暴发增长期，各国经济社会数字转型和绿色转型进入交汇发展期。在这样的国际环境下，我国向国际社会承诺 2030 年前实现碳达峰、2060 年前实现碳中和的“双碳”目标，是国家基于构建人类命运共同体作出的重大战略决策，加强生态文明建设，彰显我国应对全球气候变化的大国担当。

● 经济意义：工业化发展后期，加快发展与“碳”逐渐脱钩

我国已步入高质量发展阶段，从“数量追赶”转向“质量追赶”，从“规模扩张”转向“结构升级”，从“要素驱动”转向“创新驱动”，从“高碳增长”转向“绿色发展”。“双碳”战略目标先后被写入国务院政府工作报告和国家“十四五”发展规划，并被列为十四五时期的重点工作，“双碳”战略也成为推动高质量发展的重要任务。十四五时期是碳达峰的攻坚期和窗口期，当前我国单位 GDP 的能耗仍高于世界平均水平，以技术进步、创新驱动和制度改革促进经济社会高质量发展成为主旋律，促进经济社会发展全面绿色转型，进一步巩固“碳”和经济增长脱钩的态势。

1.2. “零碳”城市内涵

● 城市是温室气体排放的主要来源区域

城市化是当代人类社会发生的最为显著的变化之一，我国城市化进程的速度和规模在人类历史上前所未有，城市数量和规模均迅速增加，据最新人口普查数据显示，当前全国常住人口城镇化率超过 60%。城市在社会发展中扮演着重要的角色，承载了人类社会、经济、文化活动的大部分职能。这也使得城市成为碳排放的重要场所，根据联合国人居署的统计，城市消耗了全世界 78% 的能源，超过 60% 的温室气体排放来自城市地区。

● 城市生态系统的碳收支

城市一般是指以非农业活动和非农业人口为主的人类聚居地，此外，城市还包括除建成区外的公共绿地、广场、公园，以及城市