



面向碳中和、碳达峰的国土空间规划技术标准响应研究

Optimization and Response to the Technical Standard System for Territorial Space
Planning towards Carbon Peaking and Carbon Neutrality Goals

子课题 1

面向“双碳”目标的国土空间规划

技术标准体系优化响应

Optimization and Response to the Technical Standard System for Territorial
Space Planning towards Carbon Peaking and Carbon Neutrality Goals

北大国土空间规划设计研究院（北京）有限责任公司

2023.8

Peking University Planning and Design Institute (Beijing) Co.ltd

August , 2023

目录

目录.....	2
致谢.....	4
1. 研究背景.....	6
1.1. 气候变化背景下全球面临的危机.....	6
1.2. 中国在气候变化危机下的形势.....	8
1.3. 中国在气候变化危机下提出“双碳战略”.....	10
1.4. 国土空间规划响应“双碳战略”的必要性.....	11
2. 研究目标与技术路线.....	13
2.1. 研究目标.....	13
2.2. 技术路线.....	13
3. 国际经验借鉴.....	15
3.1. 新加坡：完善的目标规划和评估体系.....	15
3.2. 美国纽约：“目标-策略-行动-指标”的传导路径.....	15
3.3. 英国伦敦：“总体规划+实施导则+监测报告”的规划减碳政策体系.....	16
3.4. ESPON：统筹区域可再生能源资源.....	17
4. 国土空间规划的双碳目标与愿景.....	19
4.1. 区域层面.....	19
4.2. 城市层面.....	20
4.3. 社区层面.....	22
5. 旧三年行动计划分析.....	24
5.1. 旧三年行动计划梳理.....	24
5.2. 旧三年行动计划问题剖析.....	26
6. 新路径设计.....	27
6.1. 两结合：国土空间规划体系与碳排碳汇核算清单体系的结合.....	27
6.2. 一传导：目标-策略-指标的传导.....	29
6.3. 区域层面的核心问题.....	30
6.4. 城市层面的核心问题.....	31
6.5. 社区层面的核心问题.....	33
6.6. 实施保障的核心问题.....	34
7. 面向双碳的规划编制相关策略建议.....	35
7.1. 全国国土空间规划.....	35
7.2. 全国专项规划.....	39
7.3. 省级国土空间总体规划.....	42
7.4. 省级国土空间专项规划.....	46
7.5. 市级国土空间总体规划.....	49
7.6. 市级国土空间详细规划.....	57
7.7. 市级国土空间专项规划.....	67
7.8. 县级国土空间总体规划.....	69
7.9. 县级国土空间详细规划.....	71
7.10. 县级国土空间专项规划.....	71
7.11. 乡镇级国土空间总体规划.....	72

7.12. 乡镇级国土空间详细规划.....	73
8. 面向“双碳”的实施保障相关策略建议.....	75
9. 面向双碳的国土空间规划标准体系的建议.....	76
9.1. 近期行动建议.....	78
10. 总结与展望.....	87
11. 参考资料.....	88

致谢

感谢能源基金会为本课题的研究提供资金支持，并协助组织专家进行研究成果的审阅讨论。

本课题由如下研究团队核心编写成员共同完成：

北大国土空间规划设计研究院（北京）有限责任公司（PKUPDI）：姜洋、李沂璠、殷洁滢、冻冰、谢昊霖、向祉赓、李智晓

本课题研究过程中，许多位专家参与了专家咨询会。研究团队衷心感谢为本课题成果完善提出了诸多宝贵意见的各位。名单如下(排名不分先后)：

张丽君 自然资源部信息中心研究员(原处长)
杨秋惠 自然资源部国土空间规划局主体功能区处干部
张晓玲 自然资源部国土空间规划研究中心副主任
胡京京 自然资源部国土空间规划研究中心自然与文化保护所所长
田志强 中国国土勘测规划院规划所所长
贾克敬 中国国土勘测规划院土地规划所规划总师
张 辉 中国国土勘测规划院高级工程师
董 珂 中国城市规划设计研究院副总规划师、绿色城市研究所所长
何东全 能源创新公司中国区主任
徐 刚 清华同衡规划设计研究院副总规划师
张 赫 天津大学科学技术发展研究院副院长
王 伟 中央财经大学政府管理学院城市管理系主任
王成坤 中国城市规划设计研究院深圳分院城市基础设施研究中心主任
戴国雯 中国生态城市研究院绿色生态所所长
张 翀 上海市城市规划设计研究院工程师

免责声明

- 若无特别声明，报告中陈述的观点仅代表作者个人意见，不代表能源基金会的观点。能源基金会不保证本报告中信息及数据的准确性，不对任何人使用本报告引起的后果承担责任。
- 凡提及某些公司、产品及服务时，并不意味着它们已为能源基金会所认可或推荐，或优于未提及的其他类似公司、产品及服务。

1. 研究背景

1.1. 气候变化背景下全球面临的危机

2016年通过的《巴黎协定》是一项里程碑式的全球气候治理协议，旨在应对日益严峻的气候变化挑战，并为建立低碳、气候适应性强的未来奠定基础。协定的核心目标是限制本世纪全球平均气温上升幅度控制在2摄氏度以内，力争将全球气温上升幅度控制在工业化时期水平之上的1.5摄氏度以内。

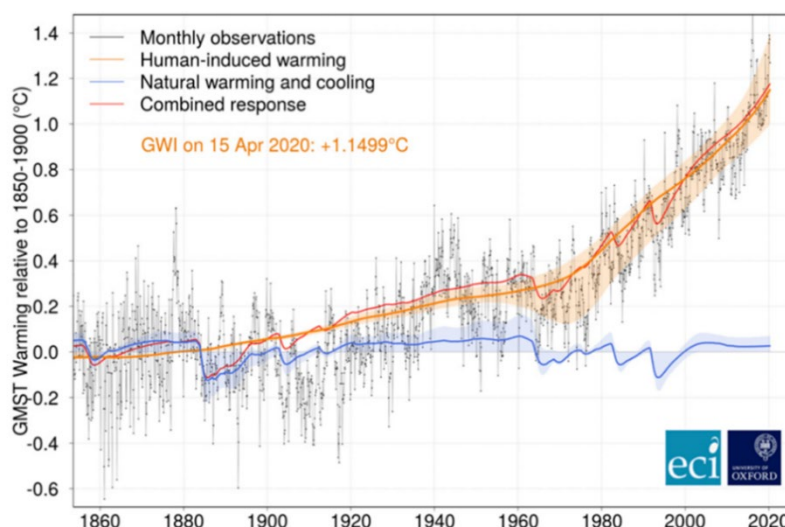


图 1-1

这一目标的实现不仅对全球各国的经济、社会和生态系统具有重大影响，而且意味着必须实现全面的转型，涵盖能源、交通、工业、农业等各个领域。为此，协定规定了一系列重要措施，包括但不限于减少温室气体排放、增强适应能力、推动技术创新和转移、加强财务支持等。

协定在执行方面强调了共同但有区别的责任原则，即发达国家应当在减排和提供财务支持方面承担更大责任，而发展中国家则需要得到适当的支持和帮助。此外，协定还设立了透明度框架，确保各方行动的透明度、可比性和核查性，以增强信任和追责机制。

然而，实现《巴黎协定》的目标面临着诸多复杂性和挑战，包括技术、经济、政治、社会等多个层面的问题。此外，全球范围内的合作与协调也是一个重要的挑战，需要各国政府、国际组织、企业和公民社会共同努力。

尽管面临重重困难，但《巴黎协定》代表了全球社会对气候变化问题的共同认识和

决心，为实现可持续发展和构建更为繁荣、公正和低碳的未来提供了契机。各方应当加强合作，加大行动力度，推动协定的全面有效实施，以确保地球生态系统的健康、人类福祉的持续改善，并为后代创造一个可持续发展的美好世界。

根据 2018 年联合国政府间气候变化专门委员会 (IPCC) 发布的报告，全球温室效应持续以当前速度发展的情况下，预计在 2030 年到 2052 年之间，全球平均气温将比工业革命前高出 1.5 摄氏度，而到本世纪末，预计将升高 4 摄氏度。

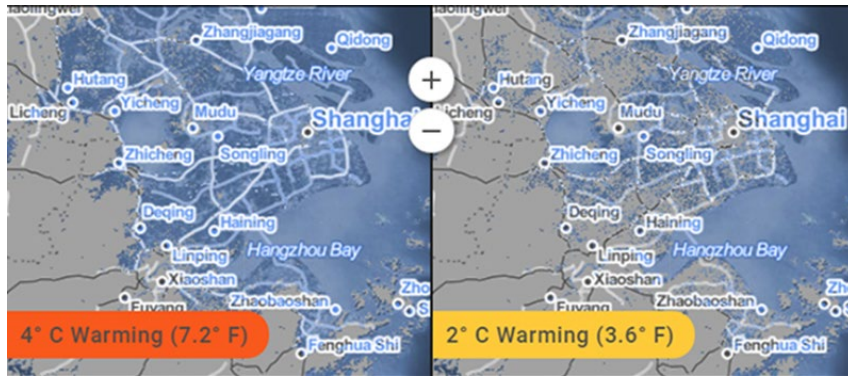
这一报告的结果表明，全球气候变化对人类和地球系统的影响已经变得更加严峻和迅速。温室气体排放、土地利用变化和其他人类活动对气候的影响加剧了全球变暖的趋势，进一步加剧了气候变化带来的各种风险和威胁。

该报告还指出，超过 1.5 摄氏度的全球升温将引发一系列不可逆转的影响，包括极端天气事件的增加、海平面上升、生物多样性丧失、粮食安全威胁以及人类社会经济稳定性的威胁。而 4 摄氏度的升温将对全球生态系统、人类社会和经济造成灾难性的影响，可能导致资源竞争加剧、水资源短缺、大规模迁徙、生态灾难等严重后果。

这一报告呼吁各国采取紧急行动，加大减排力度，推动清洁能源转型，促进可持续发展，加强气候适应和弹性建设。此外，全球合作和协调也被视为应对气候变化挑战的关键要素，需要各国共同努力、制定具体政策和国际承诺，以确保全球温室气体排放得到有效控制，实现《巴黎协定》中的目标。只有采取积极行动，才能希望实现气候变化问题的缓解，保护地球生态系统和人类社会的可持续发展。

根据深入的科学研究和模拟分析，如果全球气温上升 2°C，上海地区将面临海平面上升的严峻挑战。预计海平面将上升约 5 米，这将导致上海市的沿海地区受到严重的淹没风险。据估计，这将威胁到约 1200 万人口，他们的生活、住房、基础设施和经济活动将面临巨大的风险和不确定性。

然而，更令人担忧的是，如果全球气温上升到 4°C，上海地区将面临更加惊人和灾难性的局面。根据模拟预测，海平面将上升至 9.4 米，这将对上海市造成毁灭性的影响。超过 2200 万人口将置身于巨大的风险中，他们的生命、财产和生活环境将面临巨大威胁。



这种极端情况下的海平面上升将导致海岸线后退、洪水灾害频发、海水倒灌、淡水资源短缺、生态系统破坏等一系列问题。上海市的经济活动、交通网络、能源供应以及人们的社会生活将遭受毁灭性的冲击。此外，大规模人口迁移、社会不稳定和经济崩溃的风险也将加剧。

因此，为了应对这一严峻的气候挑战，上海市必须采取更为紧迫和有力的行动。这包括加强沿海地区的防洪措施、改善城市规划和基础设施的抗灾能力、推动可持续发展和低碳经济转型，以及加强国际合作和知识共享。只有通过全球社会的协同努力，包括政府、企业、科学界和公众的参与，才能希望减缓海平面上升带来的灾难性后果，并为上海和其他受影响的沿海城市创造一个更加可持续和安全的未来。

1.2. 中国在气候变化危机下的形势

中国是全球碳排放总量较大的国家之一，其碳排放水平引起了广泛关注。根据最新数据，中国的碳排放量占全球总排放的 27.9%。此外，中国的单位国内生产总值（GDP）碳排放量也相对较高，为 6.7 吨二氧化碳当量/万美元。与世界平均单位 GDP 碳排放水平相比，中国的碳排放量高出 1.8 倍。

首先，中国的碳排放总量巨大，这与其庞大的人口规模、快速的城市化进程以及不断增长的能源需求密切相关。尽管中国政府采取了一系列措施，如能源结构调整、推动清洁能源发展和加强节能减排措施，但仍面临着碳密集型产业结构和高碳能源消耗的挑战。

其次，中国的碳排放分布不均衡，区域间和城乡间存在明显差异。一方面，发达地区和经济中心城市的碳排放量较高，这主要归因于其工业化进程和密集的经济活动。另一方面，西部地区和农村地区的碳排放量较低，但随着经济发展和城市化进程的推进，这些地区的碳排放增速也在逐渐加快，给全国范围内的碳减排目标带来了复杂性。

此外，中国单位 GDP 碳排放量相对较高，反映出中国经济增长方式仍然较为能源密集型。单位 GDP 碳排放量的高水平意味着在经济发展过程中，碳排放难以有效削减，给实现碳减排目标带来了额外挑战。因此，中国需要通过深化结构性改革、促进产业升级和技术创新，加快向低碳经济转型，降低单位 GDP 碳排放量。

人均碳排放量的增速也是中国面临的复杂问题之一。随着生活水平的提高和消费需求的增长，中国的个人和家庭碳排放量快速增长。这意味着除了产业层面的碳减排措施外，还需要加强社会层面的参与和教育，推动公众采取低碳生活方式，提高环境意识和行为改变的可持续性。

为了应对这些复杂性，中国政府已经制定了全面的碳减排战略。这包括加大对清洁能源的投资和研发，推动能源转型和结构调整，促进绿色技术创新和应用，加强碳市场建设和碳定价机制的实施。同时，中国积极参与国际合作，与其他国家分享经验、技术和最佳实践，共同推动全球碳减排努力。

然而，要实现碳减排目标，中国仍面临一系列挑战，包括技术转移、资金支持和监管强化等方面。因此，中国需要继续加大政策支持力度，推动创新和合作，加强政府、企业和公众的合作，形成全社会共同参与的碳减排合力。

中国在碳减排领域面临复杂而艰巨的任务，但也孕育着巨大的发展机遇。通过积极应对挑战、加强国际合作，并将碳减排作为经济转型和可持续发展的重要驱动力，中国有望成为全球低碳发展的引领者，并为应对气候变化作出积极贡献。这将不仅促进中国经济的可持续发展，也对全球气候治理产生积极影响。

中国的碳排放构成复杂，主要来源于能源供应和工业领域。在二氧化碳排放中，电热生产和工业板块是体量最大的，分别占总排放的 46.6%和 37.29%。其次是交通领域，占 7.78%的比重。这些数据揭示了中国碳排放结构的关键特征。值得关注的是，能源领域的碳排放占比逐年上升。这主要归因于中国经济的快速增长和工业化进程，对能源的需求不断增加。然而，随着碳减排措施的推进和技术创新的应用，工业领域的碳排放占比在达到 10 年高峰后开始逐渐下降。这反映出中国工业部门在应对碳排放挑战方面取得的一些成果，包括提高能源效率、采用清洁生产技术和推广可再生能源的应用。

另一方面，交通领域的碳排放占比相对稳定在 7%左右。交通运输仍然依赖于化石燃料，因此减少交通领域的碳排放是一个重要挑战。然而，电动汽车技术的发展和推广，以及公共交通和城市规划的改善，有望在未来减少交通领域的碳排放。

此外，中国建筑和农业领域的碳排放占比逐年下降，这反映出在建筑节能、绿色建筑和农业生产方式等方面的努力。通过采用节能建筑材料、提高建筑能效和推广可持续农业实践，中国在这些领域取得了一些减排成果。

总体而言，中国在碳排放管理方面面临着复杂的挑战。然而，随着政府的政策支持和技术创新的推动，中国已经采取了一系列措施来减少碳排放，并取得了一些进展。

1.3. 中国在气候变化危机下提出“双碳战略”

自 2020 年 9 月 22 日起，中国庄严向全球宣布了一项雄心勃勃的承诺，即努力在 2030 年之前实现碳达峰，并争取在 2060 年之前实现碳中和。这一宣示显示了中国在应对气候变化和推动可持续发展方面的坚定决心。

随后，在 2020 年 12 月 12 日，中国公布了具体的减碳目标，以为实现碳达峰和碳中和制定了明确的指导方针。这些减碳目标涵盖了能源、工业、交通、建筑等多个领域，旨在全面推动经济增长与环境保护的协调发展。

为了确保减碳目标的实施，中国于 2021 年 10 月 10 日，中共中央和国务院发布了《国家标准化发展纲要》，旨在建立和完善碳达峰和碳中和的标准体系。这一纲要要求各个行业按照统一的标准进行减排工作，以确保碳达峰和碳中和目标的顺利实现，并为相关工作提供规范和指引。

紧接着，于 2021 年 10 月 22 日，中国出台了碳达峰和碳中和的顶层设计文件，并开始全面实施。各个领域和行业积极制定具体的实施方案，加快推进减排工作。同时，政府采取了一系列政策措施，逐步完善了一个以“1 个工作意见+N 个行动方案”为核心的政策体系，以推动碳达峰和碳中和目标的实现。

2023 年 5 月，国家标准化管理委员会、国家发展和改革委员会、工业和信息化部、自然资源部、生态环境部、住房和城乡建设部、交通运输部、中国人民银行、中国气象局、国家能源局、国家林草局等 11 个部门联合印发《碳达峰碳中和标准体系建设指南》，提出加快构建结构合理、层次分明、适应经济社会高质量发展的碳达峰碳中和标准体系。

《碳达峰碳中和标准体系建设指南》提出，要坚持系统布局、突出重点、稳步推进、开放融合的原则，围绕基础通用标准以及碳减排、碳清除、碳市场等发展需求，基本建成碳达峰碳中和标准体系。到 2025 年，制修订不少于 1000 项国家标准和行业标准（包括外文版本），与国际标准一致性程度显著提高，主要行业碳核算核查实现标准全覆盖，

重点行业和产品能耗能效标准指标稳步提升。实质性参与绿色低碳相关国际标准不少于30项，绿色低碳国际标准化水平明显提升。

这些措施的实施，使得中国在低碳转型方面取得了显著进展。通过积极采取减排措施、推广清洁能源、提高能源效率等举措，中国在减少碳排放、改善环境质量方面取得了显著成就，为全球应对气候变化树立了典范，并为国际社会提供了重要的合作机会和经验借鉴。中国在实现碳达峰和碳中和方面的努力不仅将对本国的可持续发展产生深远影响，还将为全球的气候行动贡献积极力量。

1.4. 国土空间规划响应“双碳战略”的必要性

城市成为碳排放的主要来源。为了实现碳达峰和碳中和的目标，必须关注城市的空间规划和生态空间的保护，因为生态空间是碳汇的重要载体。

为了实现碳达峰和碳中和的目标，城市空间规划需要全面考虑经济、社会 and 环境的可持续发展，以确保城市化进程与碳减排目标的相互促进。这需要政府、规划机构、建筑师和市民共同合作，制定和执行可持续的城市规划和设计，为低碳城市的建设提供坚实基础。通过合理的空间布局 and 高效基础设施，城市可以成为低碳发展的引领者，为全球可持续发展做出重要贡献。

2022年1月，中国自然资源部发布了《国土空间规划技术标准体系建设三年行动计划（2021-2023年）》，这一计划的出台旨在应对日益复杂的国土利用和城市化挑战，推动国土空间规划向科学、规范和可持续的方向发展。该行动计划着眼于夯实标准基础和推进标准与技术创新的互动，以应对当前和未来国土空间规划的需求。

夯实标准基础是该行动计划的核心目标之一。通过制定和完善国土空间规划的技术标准，将规划工作纳入科学、系统、统一的框架，能够确保规划结果具备科学性、可操作性和可比性。这需要对国土利用、土地利用结构、生态环境保护、城市规划等方面进行深入研究，制定相应的标准和规范，为国土空间规划提供统一的指导和依据。

为了夯实标准基础，行动计划提出了一系列具体举措。首先，将加强标准研究和制定，建立国土空间规划的核心标准体系。这涉及到从国家层面到地方层面的一系列标准，包括国土利用总体规划、区域空间规划、城市总体规划等方面的标准制定，以确保国土空间规划具备一致性和连续性。

其次，行动计划鼓励推进标准与技术创新的互动。标准与技术的互动可以促进规划

工作与前沿技术的深度融合，提高规划工作的科学性和精准性。这涉及到借助地理信息系统、遥感技术、人工智能等新技术手段，提升国土空间数据的获取、处理和分析能力，为规划决策提供更准确的依据。

此外，行动计划还强调加强标准的推广应用和监督管理。推广应用标准的重要性在于确保标准能够被广泛采纳和执行，使其真正成为国土空间规划工作的指南和规范。同时，监督管理的加强可以确保标准的执行和实施情况得到有效监测，及时发现和解决问题，保障规划工作的质量和效果。

综上所述，该行动计划的发布标志着中国在国土空间规划领域迈出了重要的一步。通过夯实标准基础和推进标准与技术创新的互动，中国可以进一步提升国土空间规划的科学性、规范性和可持续性，为未来的城市化进程、生态环境保护和可持续发展提供更为坚实的基础和保障。

2. 研究目标与技术路线

2.1. 研究目标

在研究国土空间规划、用途管制、土地集约节约利用、生态修复、城市体检等各环节的碳排放精准识别与管控、碳汇能力提升策略的基础上，提出现有国土空间规划技术标准体系面临的主要问题、需要调整的核心内容；提出国土空间规划技术标准体系的框架、主要编制内容，以确保国土空间规划技术标准体系能够更好的指导国土空间规划技术标准的编制工作，为国土空间规划提供基础支撑与保障，落实国家对自然资源领域工作的新要求。

2.2. 技术路线

本研究课题的技术路线图如下：

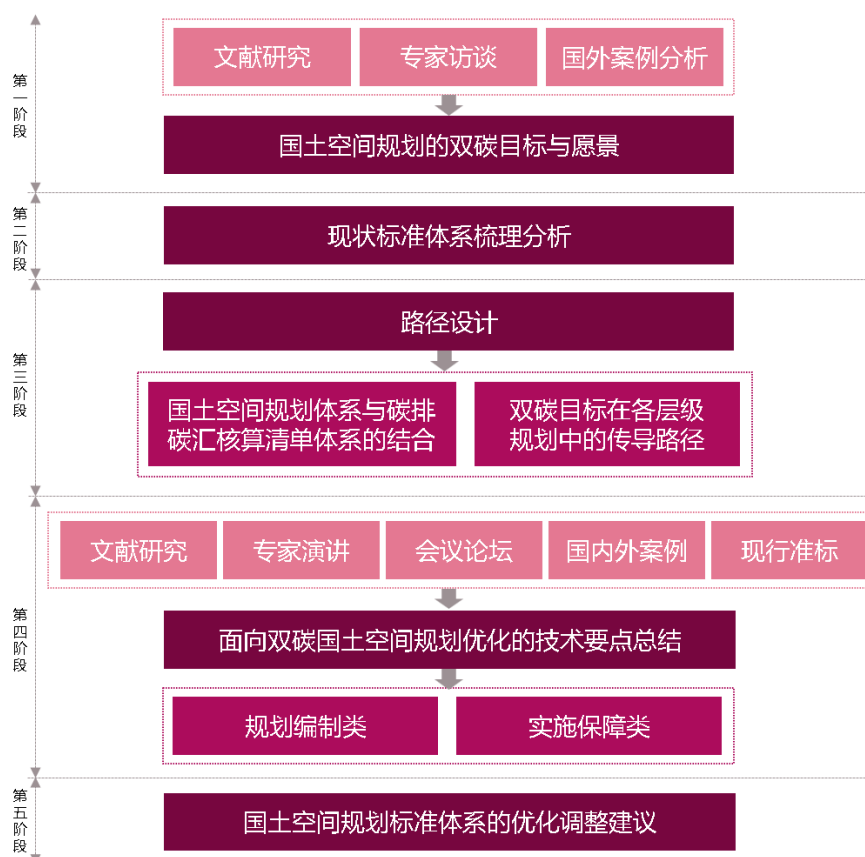


图 2-1 研究技术路线

一，本课题将通过文献研究和专家访谈，结合国外案例分析，提出国土空间规划的双碳蓝图和发展目标。二，对现行标准体系进行整理和梳理，分析现行标准体系存在的问题和不足，找出双碳要求下国土空间规划标准体系需要解决的核心问题和调整的内容。三，通过探索土地逻辑与碳逻辑的衔接关系，研究如何将碳排碳汇核算清单体系与国土空间规划五级三级体系相结合，并明确双碳目标在各层级国土空间规划间的传导路径。四，通过收集和分析文献、专家演讲、会议论坛、国内外实践案例和国内现行标准等，针对规划编制类和实施保障类，提出面向低碳的国土空间规划优化技术要点，总结相关措施和指标的建议。五，针对国土空间规划标准体系的问题与不足，提出对标准体系的优化建议，明确需要增补的标准与进一步研究的方向。

3. 国际经验借鉴

3.1. 新加坡：完善的目标规划和评估体系

新加坡通过不同层级的规划，将战略性目标转化为具体的实施计划，将双碳目标融入各层级规划，以确保目标落地。长期规划（Long-term Plan）设定工业、交通、建筑、土地用途等战略目标，而总体规划（Master Plan）将这些抽象长期的目标转化为详细实施计划，规定土地用途和开发强度。此外，新加坡为不同领域制定了相应的评估框架和机制，例如工业能源效率法规和绿色建筑评估体系，以减轻新项目的环境影响和减少其碳排放量。在土地出售开发前，开发控制部门会审查项目，确保其符合规划战略和指导方针，减少对交通、卫生、遗产及环境的潜在影响。新加坡规划体系的综合方法将双碳目标贯穿始终，从长远规划到详细实施，再到特定领域的评估框架，这确保了城市可持续发展与双碳目标相符。

3.2. 美国纽约：“目标-策略-行动-指标”的传导路径

纽约市的城市规划体系采用了目标-策略-行动-指标的传导路径，以确保双碳目标在规划中得以体现，并通过年度监测报告评估实施效果。2019年发布的总体规划《纽约2050 建立强大且公平的纽约》明确了2050年实现碳中和的愿景。在能源领域，目标于2050年实现100%清洁电力；废弃物管理方面，计划于2030年实现零垃圾填埋；棕地修复方面，2014-2019年已修复地块达750处；公园和自然资源方面，计划2030年使85%纽约市民生活在步行可达公园的范围内；交通规划方面，目标至2040年增加20%地铁分担率，同时提升自行车通勤指数。建筑方面，规划强调提升建筑韧性以应对气候变化。纽约市明确了一系列实施策略和行动，并通过年度监测报告，使规划的执行效果得以审视，发现问题时及时调整。这一系统性方法将双碳目标紧密地融入纽约城市规划中，为实现2050年碳中和目标奠定基础。

3.3. 英国伦敦：“总体规划+实施导则+监测报告”的规划减碳政策体系

英国伦敦在城市规划中，通过构建一个包括总体规划、专项实施导则和监测报告三个关键环节的体系，有序地落实双碳目标。在总体规划层面，《大伦敦规划》¹ (London Plan 2021)提出了明确的目标：2050 年建成零碳城市，分为 9 大方向，每个方向均提出了多个具体目标，以推动全面碳减排和促进可持续城市发展。在可持续基础设施方面，《大伦敦规划》要求减少温室气体排放 (SI2)，减少浪费和促进循环经济 (SI7)。为此，针对 SI2 目标，制定了《可见能源监测导则》²，要求在规划、建设和使用的方案中报告建筑的能源性能数据；《全生命周期碳评估导则》³则要求在建筑提案中需考虑整个建筑生命周期的碳排放；针对 SI17 目标，对应的实施导则包括《循环经济声明导则》⁴，指导城市如何实现循环经济，尤其是在城市更新和棕地恢复方面。在城市设计方面，《大伦敦规划》强调以设计引领、因地制宜优化土地利用 (D3)。绿色基础设施和自然环境也是《大伦敦规划》的重要方向，其提出要提升城市绿化 (G5)，相关的实施导包括《城市绿化评估导则》⁵，要求各行政区计算城市绿化因子 (UFG) 以确定新开发项目所需的绿化数量。

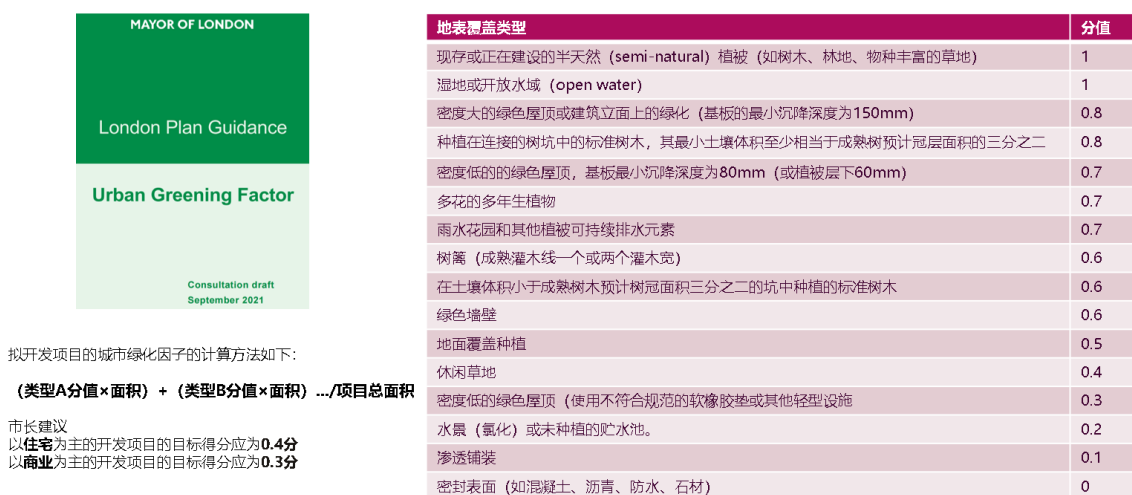


图 3-1 伦敦《城市绿化评估导则》

¹ Greater London Authority. (2021). The London Plan 2021.
² Greater London Authority. (2021). 'Be Seen' Energy Monitoring LPG.
³ Greater London Authority. (2022). Whole Life-Cycle Carbon Assessments LPG.
⁴ Greater London Authority. (2022). Circular Economy Statements LPG.
⁵ Greater London Authority. (2023). Urban Greening Factor LPG.

为了监测规划的实施效果，伦敦实施了年度动态监测，并通过年度监测报告⁶、能源监测报告⁷、伦敦出行报告⁸等反馈规划效果。年度监测报告的关键绩效指标（KPIs）包括新开发项目的碳排放、绿化带和开放空间的保护、绿色出行分担率以及空气质量等，并重点对开发项目能源需求和碳排放进行全面监测，从而及时纠正和调整规划措施。除了以上提到的监测报告，伦敦还计划编制发展机会区监测报告和城市更新监测报告。

针对减少温室气体排放（SI2）这一目标，《大伦敦规划》规定所有主要规划开发项目在申请立项时都要提交《能源评估报告》⁹和《碳排放报告》¹⁰以确保新开发/更新项目达到净零碳排放。《能源评估报告》要详细列出预计的二氧化碳节约量和降低能源需求的措施，未能通过设计手段实现净零碳排放的项目则需购碳才能获得批准。另外，《碳排放报告》提供统一的能耗预测和碳排放核算方式，申请单位需按规定填报内容，评估内容涵盖能源效率、供暖系统性能、太阳能应用和调峰能源等方面。

综上所述，伦敦通过在总体规划层面制定明确的目标，随后针对这些目标制定相应的专项实施导则，通过年度监测报告中的关键绩效指标（KPIs）反馈规划效果，同时将这些目标纳入规划项目审批条件，有效地实现了对双碳目标的监测和控制。

3.4. ESPON：统筹区域可再生能源资源

ESPON（European Spatial Planning Observation Network）所发布的《欧洲国土审查报告：未来欧洲的领土合作》¹¹主要目标在于探究未来欧洲领土合作的方向，特别侧重于跨区域能源合作，以确保能源的生产、传输和消费能够高效协调。该报告展示了欧洲的可再生能源潜力地图，探索如何将可再生能源的生产和消费有机地结合起来。在此过程中，能源网络和超级电网的布局变得至关重要，需要考虑季节性因素以及一天内能源需求的波动，以实现欧洲不同地区的能源生产和消费高峰时段的匹配。该研究旨在通过深入研究可再生能源潜力、跨地区能源合作、能源网络布局等因素，为欧盟可持续发展和碳减排目标提供更具体、实用的规划建议，从而在能源转型之路上迈出重要的一步。

⁶ Greater London Authority. (2022). Annual Monitoring Report 17.

⁷ Greater London Authority. (2022). Towards a net zero carbon London: Energy Monitoring Report 2021.

⁸ Transport for London. (2022). Travel in London Report 15.

⁹ Greater London Authority. (2022). Energy Assessment Guidance.

¹⁰ Greater London Authority. (2022). Carbon Emission Reporting Spreadsheet.

¹¹ ESPON. (2017). European Territorial Review: Territorial Cooperation for the future of Europe.

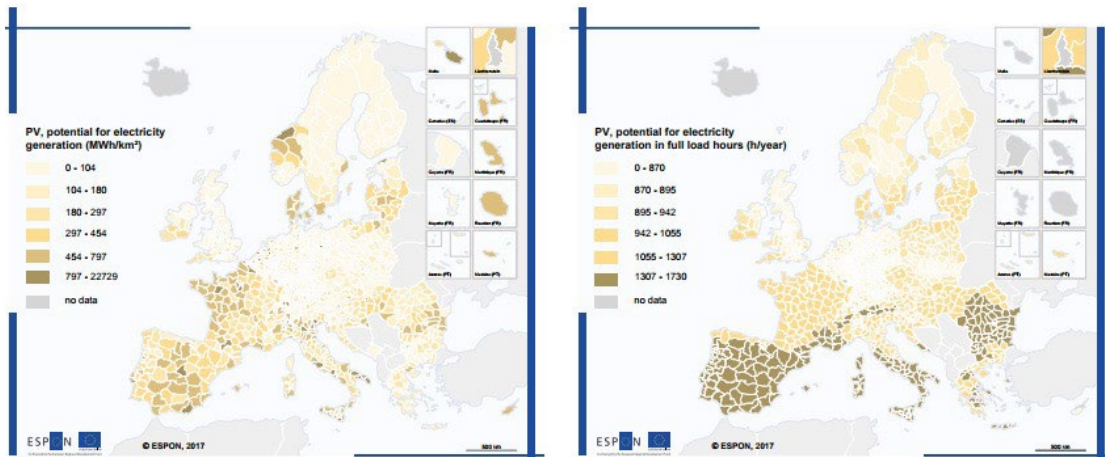


图 3-2 欧洲太阳能潜力(兆瓦时 / 平方公里)和(满负荷小时 / 年)

Territorial foresight for 100% renewable energy market by 2030

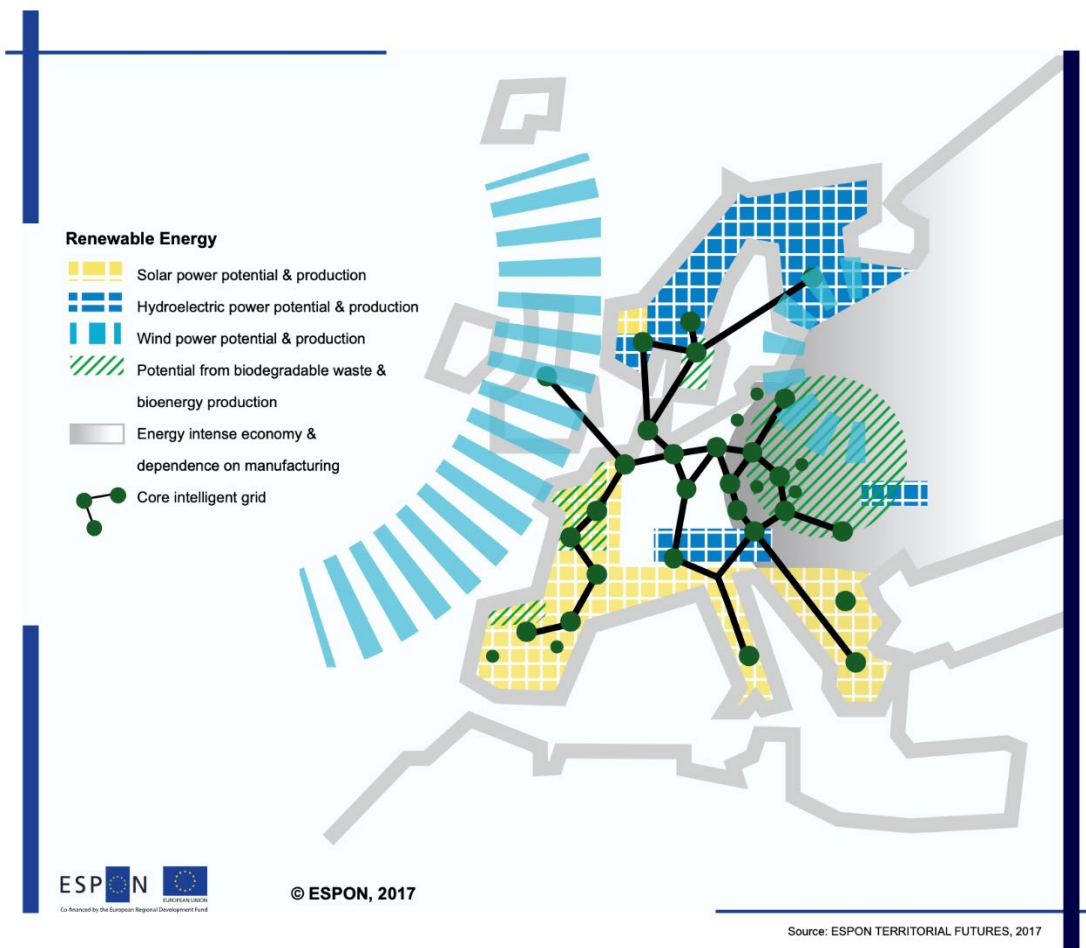


图 3-3 2030 年实现 100%可再生能源的国土空间战略布局

4. 国土空间规划的双碳目标与愿景

本课题在文献研究和专家访谈的基础上，结合国外案例分析，首先描绘了国土空间规划的双碳蓝图，并在区域、城市和社区三大层面提出 12 大发展目标：



图 4-1 面向双碳的国土空间规划 12 大发展目标

4.1. 区域层面

在区域层面提出以下 4 大目标：

1) 高质高效的生态资源

在区域层面，应合理分配生态资源，提高森林、草原、湿地等自然生态系统碳汇能力。其次，全国农业碳排在 2017 年达到 7000 万吨以上，占总体国土碳排的 6%。由于土地肥力下降，全国 60% 的农业碳源来源于化肥，甘肃、新疆、青海等西北部地区农膜碳排占比与化肥相当¹²。因此，需锚定高质量农田，降低化肥使用量，以实现农业碳排的降低。

2) 绿色集约的产业格局

首先，针对存量和增量的产业用地，可以通过设定准入门槛来促进城市群产业的绿色低碳转型。研究《国土空间用地结构对大气污染物与碳排放的影响》¹³指出，工业分布与碳排放存在显著相关性，传统重工业的排放强度较高，并且分散的产业布局不利于

¹² 《中国耕地资源利用的碳排放时空特征及脱钩效应研究》

¹³ 《国土空间用地结构对大气污染物与碳排放的影响研究》，宇恒可持续交通研究中心、中国国土勘测规划院、生态环境部环境规划院，2021

碳捕集。因此，应该通过引导城市群产业向园区集聚，为碳捕集提供可能性。此外，产业发展不仅仅是单个城市的事情，而是城市群的事情。基于产业链优化城市群的产业布局，可形成聚集效应，从而降低交通运输的碳排放量。

3) 跨境统筹的能源供应

我国当前主要依赖煤炭作为能源供应，在实现碳中和的目标方面，需要进行重大的能源结构调整。然而，在转向依靠可再生能源发展的过程中，我们需要思考这将对用地产生何种影响。首先，从区域的大尺度来看，我国能源需求主要集中在东部沿海地区，而大面积的可再生能源资源主要分布在中西部和西北部（例如内蒙古）。因此，需要进行长距离的能源输送，并进行大范围的能源网络规划和建设，以确保能源能够输送到需求地。其次，可再生能源设施需要实际落地，同时要兼顾所在地区的资源开发与生态保护。这意味着在选址和规划过程中，需要平衡可再生能源所在地的资源利用和环境保护的考虑因素，确保能源的可持续发展。

4) 便捷可达的交通网络

在区域交通层面，无论是客运还是货运，铁路运输都是碳排强度最低的交通方式。通过建设高铁、城际轨道等轨道交通系统，构建轨道上的“都市圈”，将不同城市和地区紧密连接起来，可实现城市之间的低碳高效联通，便于人员和资源的流动，促进区域一体化发展。对于货运，应建设综合货运枢纽系统，提高多式联运比例。多式联运将不同的运输方式（如铁路、公路、水运等）相互衔接，实现货物的无缝转运，降低运输成本和能源消耗，结合综合货运枢纽的建设，可以提高物流效率，减少单位货物运输的碳排放量。

4.2. 城市层面

在城市层面提出以下 4 大目标：

1) 可控的城市增长边界

城镇建设用地在国土碳排放中占据绝对主导地位，控制新增建设用地面积可以显著降低 CO₂ 的排放量。研究表明，建设用地面积增加一倍会导致 CO₂ 排放约为原来的 2.7 倍，而 90% 的 CO₂ 排放来自于 28% 的全国建设用地。因此，通过划定城市增长边界并控制建设用地的扩张，有助于引导和调控城市规模，促进紧凑型城市形态和集约的土

地利用，提高土地利用效率，这有助于节约资源、减少能源消耗，并降低城市运行的碳排放。此外还能保护自然生态和农业景观等重要资源，减少对自然生态碳汇系统和农田的破坏和占用，保障城市的碳汇能力。

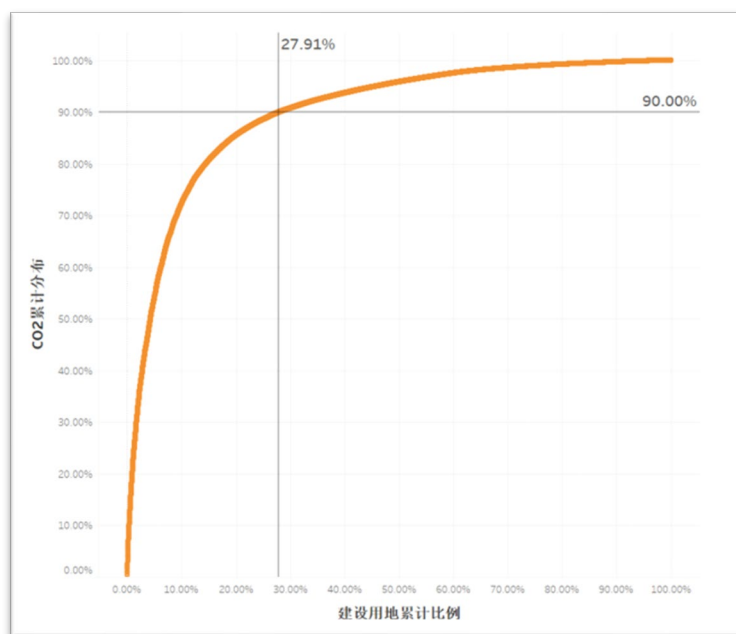


图 4-2 90%的 CO2 排放来自于 28%的全国建设用地

2) 公交导向型城市发展

交通碳排放主要来源于燃油车。根据英国商务部数据，单位公里小轿车的碳排放量是常规公交的两倍，是轨道交通的五倍。尽管轨道交通的平均分担率在 15.9%，但仍有大比例的出行仍依赖于机动车。因此，提升绿色交通分担率，推广公共交通的使用，将显著降低交通碳排放。公交导向型城市发展有助于创建人口密度更高的混合用地中心，形成紧凑、便捷的城市中心区域。这有助于提高城市的活力和吸引力，减少人口分散和城市扩张的趋势，同时优化土地利用，减少交通需求和碳排放。其次，公交导向型城市发展以便捷高效的公共交通站点为核心，引导绿色出行方式。通过提供便利的公共交通服务，使市民更倾向于选择乘坐公共交通工具而非个人汽车。这将减少私人汽车的使用，减缓交通拥堵问题，减少交通事故风险，并降低交通排放，从而减少城市的碳排放。

3) 功能混合的用地构

数据显示，出行距离与人均碳排放存在正相关关系，即出行距离越长，人均碳排放越高。在城市内部，长距离出行主要依赖个人汽车，其占比超过 60%。因此，缩短出行距离对于减少碳排放和实现节能减碳目标至关重要。在城市空间规划层面倡导功能混合

的用地结构，可以促进居住、购物和服务的最优平衡，实现职住平衡，同时提升城市的紧凑性和可持续性。通过将住宅区域与商业、服务设施等功能相结合，可以创造一个更加便利和便捷的城市生活环境，减少不必要的通勤需求，提高土地利用效率，同时有助于鼓励步行、骑行和公共交通等可持续出行方式的采用，减少对个人汽车的依赖，降低交通碳排放和环境影响。

4) 集约高效的市政系统

城市统筹集中布局发电、污水处理和垃圾处理等市政基础设施可以有效提升能源利用效率，实现新能源系统全面融合，推动能源互联互通和优化生产与消费的分配。通过集中建设现代化的发电厂区，采用先进技术和净化措施，能够高效地产生能源并减少环境污染。同时，集中处理污水和垃圾可以实现资源回收和废物减量化，通过先进的处理技术将它们转化为能源和有用物质。此外，集中布局市政设施还能减少能源运输损耗，降低长距离输送过程中的能源消耗和碳排放。综上所述，城市统筹集中布局市政设施是实现能源高效利用和减排的重要举措。

4.3. 社区层面

在社区层面提出以下 4 大目标：

1) 小街区密路网

在社区空间规划层面，倡导小街区密路网具有重要意义。首先，建设人性尺度的街区和街道可以创造宜人的城市环境，提供舒适的步行和骑行空间，促进社区居民的互动和交流。通过划分街区，缩小街道长度，人们可以更方便地步行或骑行到达目的地，减少对机动车的依赖，从而减少交通拥堵和尾气排放。其次，小街区密路网可以优化步行、骑行和机动车的交通流，提高交通效率和安全性。街道网络的密集程度意味着更多的交通路径选择，减少了拥堵点和瓶颈路段的出现，进一步减少交通领域的碳排放量。

2) 便捷的社区生活圈

首先，通过打造一体化的公共空间和服务设施，社区居民可以方便地满足各种生活需求，如购物、医疗、教育和休闲等。这样的综合性布局可以减少居民的出行距离，节省时间和能源消耗，降低交通压力和碳排放。

3) 绿色建筑

采用绿色建筑评价体系可以落实全生命周期的零碳建筑建设。通过综合考虑能源利用效率、环境友好的建设材料选择、屋顶绿化等方面，可以减少建筑在建成和使用过程中对自然环境的负面影响，降低碳排放和资源消耗。其次，绿色建筑在能源利用、建筑材料选择、室内环境质量等方面进行优化，可以提高建筑的能源效益、减少能源消耗，从而降低碳排放和环境影响。同时，采用屋顶绿化等措施，可以改善城市热岛效应，增加城市生态系统的可持续性。

4) 共建共享的基础设施

共建共享的基础设施能够实现资源的整合，构建一个共生的网络，形成协同效应。通过互联互通的基础设施网络，实现新能源体系下的智能能源供应和优化的社区能源管理，不同的社区可以相互补充和支持，共同应对挑战。

5. 旧三年行动计划分析

5.1. 旧三年行动计划梳理

自然资源部 2022 年 5 月印发《自然资源标准体系》(以下简称“《标准体系》”),《标准体系》分为自然资源综合管理、自然资源门类、自然资源信息化和测绘技术 3 大板块,涵盖自然资源调查监测、国土空间规划等 13 个子体系,52 个专业门类。本课题首先针对自然资源标准体系涵盖标准文件进行整体摸底与分析,初步判断《标准体系》中大部分子体系与双碳目标存在一定的联系,重点需要协同推进生态环境保护、修复、降碳、减污工作,注重碳指标相关的监测和管理得以实现双碳发展目标。

《标准体系》中以国土空间规划、自然资源开发利用、用途管制与督察执法、国土空间生态保护与修复四类子体系与双碳目标关联度更高,其中自然资源开发利用、用途管制与督察执法两大体系与区域和城市层级目标更加相关,国土空间规划体系以及国土空间生态保护与修复体系更为全面的覆盖了区域、城市及社区。各类标准体系中 56% 可以考虑进一步加强与双碳的联系,其中 75 项待发布的标准文件与双碳目标的联系是未来需要投入力量编制的重点,其他部委已发布的相关标准中也有一半以上可以进一步协调、呼应。

基于以上研究及本课题研究主要方向,明确本次研究重点聚焦在由基础通用、编制审批、实施监督、信息技术等四种类型标准组成国土空间规划标准子体系。

(一) 基础通用标准方面

基础通用标准方面,主要是适用于国土空间规划编制审批实施监督全流程的相关标准规范,具备基础性和普适性特点,同时也作为其他相关标准的基础,具有广泛指导意义,支撑国土空间规划全流程管理、制定技术方法、基础评价、重要控制线等方面的标准,加强对各类规划编制的指导具有重大意义。已发布的标准文件如《国土空间规划城市设计指南》、《城区范围确定规程》,制定中的标准文件《资源环境承载能力和国土空间适宜性评价技术指南》、《国土空间规划环境影响评价编制指南》等标准文件都涉及并影响着区域、城市及社区的双碳目标实现;未来可在空间形态、生态建设、碳排放检测与评估等方面进一步助力实现双碳目标。

(二) 编制审批标准方面

编制审批标准方面，主要是支撑不同类别国土空间总体规划、详细规划和相关专项规划编制或审批的技术方法，特别是通过标准强化规划编制审批的权威性，围绕已印发的《省级国土空间规划编制指南（试行）》、《市级国土空间规划编制指南（试行）》，制定省（市、县）级国土空间规划编制技术规程；研制详细规划编制技术规程，规范详细规划编制相关细则；制定适用于特定区域（流域）、特定功能区、特定领域等方面的技术标准，强化对各类专项规划的指导约束作用。其中已发布的标准文件如《都市圈国土空间规划编制规程》、《市级国土空间总体规划编制指南》、《社区生活圈规划技术指南》等；未发布标准文件如《县级国土空间规划编制指南》、《详细规划编制指南》、《绿色基础设施规划技术规范》、《城市更新空间单元规划编制技术导则》、《综合交通规划技术规范》等编制审批标准对应不同空间尺度以及相关专项规划制定规划编制技术标准，并且会进一步作用于不同空间尺度的双碳目标实现。

(三) 实施监督标准方面

实施监督标准主要是适用于各类空间规划在实施管理、监督检查等方面的相关标准规范，强调规划用途管制和过程监督，统筹开展国土空间规划监督检查、规划许可等方面标准的研判，提高国土空间规划的监管水平，已发布标准文件如《国土空间规划城市体检评估规程》通过对城市发展特征及规划实施效果定期进行分析和评价，为城市制定和实现地区双碳目标提供依据。

(四) 信息技术类标准

主要是以实景三维中国建设数据为基地，以自然资源调查检测数据为基础，采用国家统一的测绘基准和测绘系统，整合各类空间关联数据，建立全国统一的国土空间基础信息平台的相关标准规范，体现新时代国土空间规划的信息化、数字化水平，制定国土空间规划一张图实施监督系统技术规范，统一信息平台建设、管理、维护、应用与服务，已发布标准文件如《国土空间规划“一张图”实施监督信息系统技术规范》是国土空间规划领域发布的首个国家标准，是构建五级三类国土空间规划体系的统一数字化技术支撑，规划“一张图”系统是实现国土空间规划全周期管理的有力手段。

5.2. 旧三年行动计划问题剖析

通过针对以国土空间规划子体系为重点的自然资源标准体系的分析研究，结合国土空间规划对应行政管理体的五个层级即“国家级、省级、市级、县级、乡镇级”以及“总体规划、详细规划、专项规划”三种内容类型，将现状标准体系问题主要归纳为规划编制类和实施保障类两种类型。

(一) 规划编制类主要存在问题

区域层面：规划编制类标准体系缺乏以实现双碳目标为出发点统筹资源的策略、措施，比如缺乏通过分析研究后统筹区域内部各板块相互联动实现整体减碳、碳中和的规划理念及策略；缺乏国土空间中建设与实现双碳目标高度相关的能源设施的标准，缺乏对风电、光电等新能源设施用地分类的界定、布局建议及规模指导、对相关设施合理合法高效集约建设落地的标准仍有缺项；缺乏以区域集约、协调统筹的产业发展布局引导，缺少区域产业错位发展及集约节约绿色产业方面的相关策略。

城市层面：规划编制类标准缺乏对城市混合用地的指引，当前国土空间规划体系中尤其是缺乏针对中心城区或老城区功能混合比例的判断；缺少城市基础设施建设集约高效利用内容，当前国土空间规划体系中缺乏对一定区域空间范围内城市基础设施的集约、节约高效利用的定量评价体系；缺乏对低碳出行的指引，当前国土空间规划体系中缺乏对绿色交通设施如自行车、电动车等停车、充电设施布局措施。

社区层面：缺乏社区绿色设施建设及应用的细则，缺乏社区级清洁能源供应体系的建设引导分布式光伏、储能设施的引导措施；缺乏社区建筑低碳建设方面规划引导细则，缺乏社区绿色建筑建设、建筑清洁能源应用的引导措施。

(二) 实施保障类主要存在问题

缺乏基础数据接口及管理平台：缺乏双碳相关的具体数据调查指标、监测指标；缺乏现状碳指标、规划碳指标的入库标准等

各级国土空间规划缺乏对应的测算、评估机制：缺乏针对一定区域空间自然资源碳排、碳汇阈值的测算方式，以及动态评估体系。

6. 新路径设计

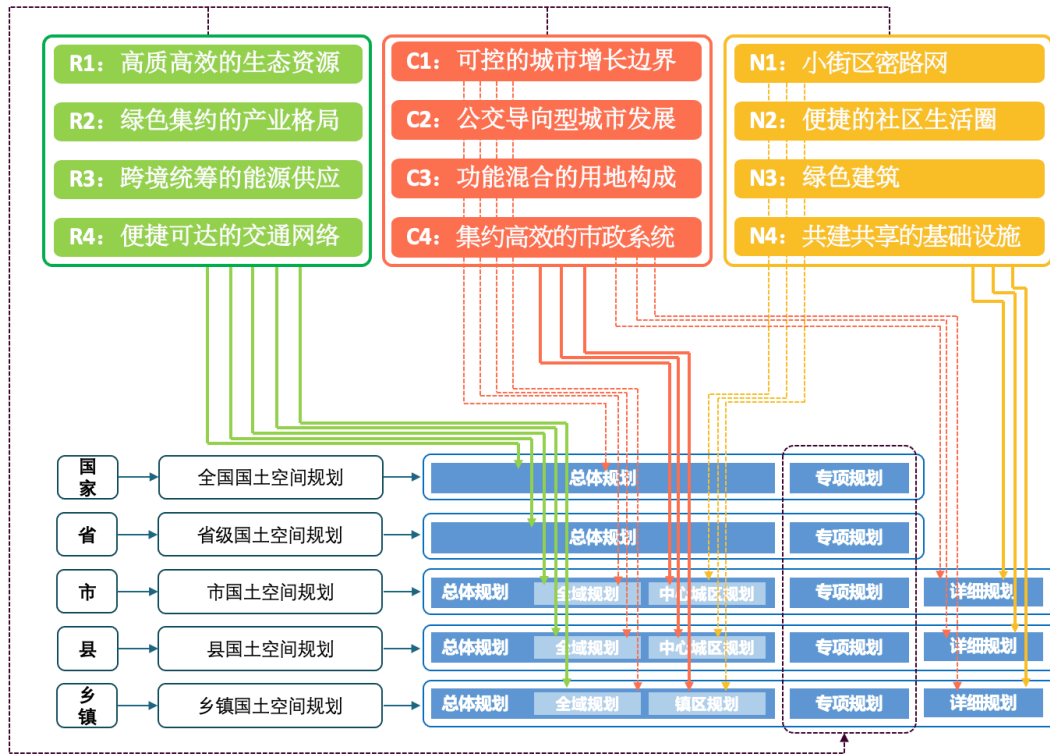
6.1. 两结合：国土空间规划体系与碳排碳汇核算清单体系的结合

国土空间规划五级三类的体系是体现国家意志的规划体系，保障国家发展战略有效实施，从规划层级方面自上而下编制划分“国家、省、市、县、乡镇”五个层级，对空间发展做出战略性系统性安排，五级规划体现一级政府一级事权，全域全要素规划管控，强调各级侧重点不同；三类包括总体规划、相关专项规划和详细规划。五级三类国土空间规划体系作为国家规划体系中的基础性规划，从空间角度对社会经济发展、城镇空间布局、产业结构调整等进行指导和约束，从而促进转变发展方式，提升国土空间开发保护质量和效率。

五级规划：国家级、省级、市级、县级和乡镇级。国家级规划是最高级别的规划，涉及全国范围的国家战略和重要布局。省级规划则根据国家级规划进行细化和落实，涉及省级的发展战略和区域布局。市级规划则进一步细分为各个城市的规划，包括城市发展定位、功能布局和基础设施等方面的规划。县级规划和乡级规划则对县域和乡镇层面的发展进行规划指导。

三类包括：总体规划、详细规划和专项规划。在国家、省、市、县编制国土空间总体规划，各地结合实际编制乡镇国土空间规划。各层级的国土空间总体规划是对行政辖区范围内国土空间保护、开发、利用、修复的全局性安排，强调综合性。相关专项规划可在国家、省、市、县层级编制，强调专业性，是对特定区域（流域）、特定领域空间保护利用的安排。详细规划在市县及以下编制，强调可操作性，是对具体地块用途和强度等作出的实施性安排，是开展国土空间开发保护活动、实施国土空间用途管制、核发城乡建设项目规划许可、进行各项建设等的法定依据。通过对规划层级和内容类型的全面把控形成的“五级三类”国土空间规划体系，可以实现国土空间的有序布局、合理利用和可持续发展，促进经济社会的协调发展和人民生活质量的提升。

通过将前面提到的国土空间规划的 12 大双碳目标对应到国土空间规划的五级三类中，可以确保在不同层面和不同尺度上统一推进减碳增汇工作。



区域层面的双碳目标对应五级规划的总体规划。在双碳目标的指导下，区域层面五级总体规划可以包括减碳增汇的规划目标和空间布局措施，例如保护生态资源、优化产业格局、促进清洁能源发展、建设低碳交通网络等，以实现区域内的碳减排和碳汇增加。

城市层面的双碳目标可以对应到市、县、乡镇三级的总体规划、详细规划及相关专项规划。总体规划是基于城市“双碳目标”的实现，对城市范围内国土空间保护、开发、利用、修复的全局性统筹安排，详细规划是通过开展国土空间开发保护活动、实施国土空间用途管制、核发城乡建设项目规划许可、进行各项建设的法定依据对具体区域和项目进行详细规划；相关专项规划市对基于城市层面双碳目标制定交通、能源等专业领域对城市空间开发保护和利用做出的专门性安排；总规可以考虑双碳目标的要求，包括鼓励土地集约利用、推动绿色建筑、提高能源利用效率、促进公共交通发展等，以实现城市的低碳化和可持续发展。详规则可以进一步落实具体的减碳增汇措施，如规划绿色基础设施、设置碳中和示范区、促进循环经济等，以实现具体区域的碳减排和碳汇增加。相关专项规划强调专业性，重点针对交通、能源、产业等不同专业化领域基于城市“双碳目标”实现由相关专业部门组织编制。

社区层面的双碳目标则可以对应到市、县、乡镇级的详细规划。详规是对社区内部的土地利用、建筑设计和公共设施进行规划，以提升居民的生活质量和社区的可持续性。在社区层面，可以倡导绿色建筑、共建共享的基础设施、推广能源节约措施、鼓励低碳出行方式、提供丰富的公共空间和公园等，以实现社区的低碳生活和可持续发展。

探索土地空间与双碳目标的衔接关系，研究碳排碳汇排放清单体系与国土空间规划五级三类体系相结合是本课题的破题关键。为此课题组设计如下路径：即旨在通过国土空间规划体系“五级”确认事权，“三类”明确路径，将“双碳目标”分解到物质空间层面，变成一揽子责任主体明确、目标任务清晰、实现路径明确的一揽子空间规划措施，以实现温室气体减排和碳汇增加的目标（见附件 1）。附件 1 表中的横轴表示减碳增汇的主要领域，包括能源、工业、交通、建筑、废弃物处理、农业和生态空间。纵轴则代表国土空间规划的五级三类。通过该路径设计，可以清晰地了解每个层级在减碳增汇方面的策略措施。不同层级可以制定综合性措施，跨领域合作，以共同推动碳减排和碳汇增加工作。该路径的建立有助于协调不同层级的规划和政策，实现国土空间规划中减碳增汇工作的整体性和协同性。

6.2.一传导：目标-策略-指标的传导

为了实现双碳目标下国土空间规划的愿景，需要建立一个传导机制，确保目标能够落地和实施。为此，课题组提出“目标-策略-指标”的传导体系，其中策略分为规划编制和实施保障两个类别，旨在确保战略目标可落地、可实施、可监测和可考核。

首先，明确双碳目标在各层级规划之间的传导路径，通过在不同层级设立指标作为碳传导的依据，确保规划中的目标能够量化、监测和评估。为了进一步落实这一体系，课题组合成了两个表格，一个是策略表（附件 1），另一个是指标表（附件 2）。策略表记录了各级规划中的具体策略和相应的实施措施，以指导碳减排和碳汇增加的工作。指标表则用于衡量和监测规划目标的达成情况，提供数据支持和参考。通过这一传导体系和表格的建立，能够更好地将国土空间规划中的双碳目标转化为具体的策略、措施和指标，促进各级规划的协同配合，确保目标的落地和实施，并为实现可持续发展和应对气候变化提供科学的指导和评估依据。

6.3. 区域层面的核心问题

能源领域碳减排：区域层面实现能源减排的核心问题需要从用地保障和新型能源基础设施的统筹布局两个角度去协调。一是新能源开发用地需求与生态保护红线管理制度存在空间冲突，跨区域能源传输走廊缺乏空间统筹与用地保障。目前生态红线的制定标准单一，没有综合考虑社会、经济、生态因素及可再生能源用地的利用，划线区域宽泛，降低了土地使用效率。以一个具体事件为例，内蒙古在“十四五”期间实施“新能源倍增工程”，建设全国大的新能源基地，但与此同时，内蒙古亦提出将生态 50%以上的国土划入生态保护红线，明确在草原森林重要生态功能区不再新上风电、光伏项目。受此影响，辉腾锡勒草原保护区内 88.24 万千瓦风电项目将在两年进行全面清理整顿。这事件反映了地方政府执行生态红线政策时采用“一刀切”的管理方式，在对新能源项目的环境生态系统影响分析不足的情况下限制土地使用，忽略了新能源的用地需求。二是区域层面缺乏针对供需关系的蓄能、储能、调峰等新型能源基础设施的规模和布局规划，需通过描绘区域能源潜力图，考虑季节性因素以及一天内能源需求的波动，探索如何实现不同地区的能源生产和消费高峰时段的匹配，构建面向双碳目标的新能源空间战略格局。

工业领域碳减排：区域层面实现工业领域碳减排的核心问题需要从空间和时间两个维度去重点把握，一是如何通过区域工业合理规划布局,实现工业碳减排。这需要考量产业类型、资源禀赋、运输成本等多方面因素,科学规划产业园区布局,使之与电力、交通等低碳基础设施形成良好匹配,发挥集约化规模效应。不同地区可根据比较优势形成合理的产业分工,降低碳排放强度。二是如何建立区域工业布局和低碳转型的动态监测、评估、调节机制,即时优化方案,从布局方面保障工业领域碳减排目标的协同。这需要建立定期监测和碳核算机制,评价各类数据变化,及时发现问题并进行动态调整。通过空间变化和时间验证，明确工业布局方案与碳减排目标的协同。

交通领域碳减排：交通领域在区域层面主要的核心挑战分为客运和货运两个方面。客运方面主要是如何满足都市圈城际通勤的需求，通过优化城市的公共交通系统和用地结构，提升绿色出行的比例；货运方面主要是如何支撑多式联运体系的发展需求，包括合理规划货物配送中心和物流枢纽，优化物流网络，降低城市内的交通拥堵，提高运输效率，减少排放。

废弃物领域碳减排：在综合国家政策和文献研究的基础上，我们总结了废弃物绿色

低碳化需要关注的四个重点方向：一是大规模再生资源回收利用基地的建设；二是新型三级再生资源回收设施的用地需求，以及“两网融合”背景下用地规则的调整；三是再生资源中的新兴品种，如新能源汽车动力电池、光伏板及风电叶片、快递复合包装物、建筑垃圾、危险废弃物，所带来的再生资源体量的增长和承载空间需求。四是水资源的再生利用。国家级规划和省级规划重点要明确方向和规则，将废弃物处理规范化、产业化、体系化的发展思路与国土空间规划结合，将新型设施用地需求与国土空间规划结合，支持现代化的基层回收站点、回收分拣加工中心、交易市场和产业园建设，提供用地保障。

农业领域碳减排：农业领域碳减排的重要课题之一是如何提高高效农田的占比。目前农业领域缺乏基于地质特征与农作物属性的分区规划。合理划分不同区域，根据土壤质量、水资源分布、气候条件等因素，制定差异化的耕作管理策略，能够更好地实现碳减排和资源利用的优化。

生态空间的碳汇：生态空间的区域层面存在以下三个核心问题：1) 当前的双评价方法未充分考虑生态重要区的碳汇价值，对于生态重要区的评价因子缺少了碳汇的考虑；2) 对森林资源的重视和统筹规划不足，未能充分发挥其在生态系统中的多重效益；3) 海洋碳汇缺乏相应的管理计划和措施。

6.4.城市层面的核心问题

能源领域碳减排：在城市层面，能源领域碳减排面临的核心问题是缺乏分布式能源站的规模和布局规划。分布式能源站在城市能源转型中具有重要作用，能够生产和分配可再生能源，减少对传统能源的依赖。然而，当前城市规划中对分布式能源站的考虑不足，可能导致资源浪费和能源系统不稳定。为解决这一问题，需要综合考虑能源需求、可再生能源分布、建筑布局等因素，制定合理的分布式能源站规模和布局策略。此外，政府可出台相关政策，将分布式能源站纳入城市规划体系，推动城市能源结构转型。

工业领域碳减排：实现城市工业领域碳减排的核心问题，需要从碳减排目标出发，构建逐步具体化和系统化的解决逻辑，1) 是如何基于双碳目标合理优化工业布局？根据本地产业现状和发展规划,采用定量分析和情景模拟方法,找出既符合产业需求又利于减排的最佳布局方案。2) 是如何确定城市工业用地开发利用标准？应根据工业门类、用地类型、开发强度、能耗特点、碳排特点等，制定差异化的开发利用强度、效率标准。

3) 是如何协调城市新增、存量用地与工业发展的关系? 要加强存量用地的再开发, 提升利用效率以及单位土地面积的产出效率。对新增用地要结合城市发展规划确定工业用地开发或控制的比重及策略。4) 是构建与城市发展及碳减排目标协调一致的工业体系, 是实现工业低碳转型的关键难点, 需通过顶层设计使城市工业发展与经济设计会发展和碳减排目标形成动态平衡。

交通领域碳减排: 城市层面交通减碳的挑战涵盖了功能混合土地利用、都市农业、客运体系、货运物流以及新能源汽车配套设施等多个方面。1) 功能混合的土地利用如何在交通减碳中发挥作用。解决这一问题需要着重提升职住平衡, 减少通勤距离, 以及增加绿色出行方式的比例。2) 长距离运输农产品往往伴随着高碳排放, 因此需要探索如何盘活城市周边的农田资源, 减少对远程农产品的依赖。3) 客运体系是一个关键领域, 不同城市规模应采取不同策略。特大和超大城市的发展重点应为打造轨道微中心, 中小城市应侧重多元化公交服务与慢行, 县乡则应侧重城乡公交一体化和慢行的发展; 另外, 小汽车保有量持续上升, 市民依赖小汽出行, 城市的停车设施缺乏有效控制与管理是另一个显著的问题。4) 货运物流领域也需要关注, 要优化物流基础设施(如末端物流中心、冷链物流基地等)的布局, 避免重复建设, 提高物流利用效率, 并需探索如何提升城县乡之间的物流效率。5) 新能源汽车配套设施如充电桩、氢能源站等低碳交通设施规划布局的缺乏是近年城市中较为凸显的问题。

建筑领域碳减排: 城市建筑领域碳减排的核心问题从承载建筑建设的空间角度, 提出从建设规模、空间效率及布局形态三个方面促进碳减排。1) 何管控建设用地行为, 防止城市无序蔓延。因碳排放与建设用地总量呈正相关关系, 因此限制城市建设总量, 是控制碳排放的重要手段之一。2) 何提高空间使用效率, 降低因土地粗放造成的碳排放。需要从功能组织、立体空间利用等方面明确城市空间布局原则, 降低城市单位土地的碳排放强度。3) 如何管控城市建设空间形态, 降低城市主动能源消耗, 通过重点研究当地光环境、风环境等气候环境, 通过建筑布局与整体形态管控, 引导减少因建筑用能产生的碳排放。

废弃物领域碳减排: 在城市层面, 需要支撑上位规划, 关注具体设施用地需求, 统筹城乡废弃物回收利用。保障区域重大废弃物基地和国家级重点项目的用地需求, 将回收点、中转站、分拣中心等再生资源回收加工设施作为城市配套的基础设施用地, 纳入国土空间规划。具体需要关注的问题包括: 1) 废弃物资源化利用网点和垃圾回收网点

“两网融合”程度低；2) 农村废弃物资源化利用网点欠缺；3) 水资源的回收和利用率仍待提高；4) 建筑垃圾资源化利用不足；5) 对光伏板、新能源风机叶片等新型废弃物回收利用缺乏指导

生态空间的碳汇：在城市层面，生态空间存在以下两个核心问题：1) 缺乏对植被和土壤碳汇能力的评估和最大化利用；2) 城市的绿化率低线管控不足。有效的绿化可以提升城市的碳汇量和生态效益，然而，城市绿化率的底线管理方面存在不足，需要加强规划和监管，确保绿化率不低于一定标准。

6.5. 社区层面的核心问题

能源领域碳减排：在社区层面面临的核心问题与挑战包括如何统筹规划社区的能源系统、整合多种能源、提升社区的清洁能源配比、确保各种能源的互补供应和稳定性，以及提高其能源利用效率等。这意味着需要思考如何构建高效的能源基础设施，将可再生能源如太阳能、风能、生物能与传统能源有机结合，并通过微电网和能源储存等创新技术的应用，确保能源稳定供应。

工业领域碳减排：可以从生产生活服务设施配套服务以及空间复合高效利用两个维度来促进社区层面的工业碳减排。1) 是如何确定产业社区配套服务设施标准？通过规划配套生产生活服务设施标准来引导工业碳减排。2) 是如何指定产业社区土地复合利用政策？通过土地复合利用政策来实现社区高效降碳。

交通领域碳减排：可以从功能混合的用地和货运物流两个方面去促进社区层面的交通碳减排。1) 功能混合的土地利用方面，公共交通缺乏一体化的接驳规划设计，导致出行不便，且公交场站的土地利用效率偏低。2) 在货运物流方面，社区物流配送配套设施及路径有待优化，如社区配送服务站、智能快递柜等布局；货运车辆缺乏停车和卸货的空间，影响了行人和非机动车的通行；此外，如何促进农社直供也是挑战之一，需要制定有效策略；对于地形特殊的区域，车辆无法进入的农村地区，如何解决“最后一公里”的物流问题，也是极需解决的难题。

建筑领域碳减排：社区层面的建筑领域碳排放核心问题主要从建筑承载空间的功能布局与建筑形态布局两方面入手。1) 是要考虑如何提高功能混合利用效率，增强土地集约节约水平。从时间、空间两个维度优化城市功能布局，制定符合国家和地方规范与使用需求的用地与建筑功能兼容表，提高单位土地使用强度同时降低因功能需求产生碳

排放的人为活动。2) 是如何管控建筑布局形态, 提升被动式节能建筑比例。需要从建筑信息技术应用角度入手, 通过气候环境模拟等技术手段, 确定最适宜的建筑布局形式与外部形态, 从建筑全生命周期考虑低碳化、绿色化建设标准与要求, 降低因建筑建设带来的碳排放总量。

废弃物领域碳减排: 社区层面主要是再生资源回收利用站点缺乏用地规划, 尤其是新能源汽车动力电池和快递复合包装的回收利用。

生态空间的碳汇: 社区层面的生态空间中, 存在着以下问题: 垂直绿化缺乏有效的评估机制。在探索垂直绿化作为一种生态增益手段的过程中, 缺乏明确的评估标准和机制, 难以准确衡量其在生态系统中的贡献与效益。

6.6. 实施保障的核心问题

在实施保障中, 需要应对以下核心问题: 1) 缺乏基础数据接口及管理平台; 2) 各级规划缺乏对应的碳源碳汇测算方式与动态评估体系; 3) 缺乏基于自然资源和土地的碳资产管理体系; 4) 国土空间规划的“双评价”和“环境影响评价”中缺乏碳相关指标; 5) 低碳空间规划模式需要充分考虑地区的差异性, 以适应不同区域的发展需求; 6) 缺乏对不同规划策略的减碳固碳潜力定量化评估, 影响了规划方案的科学性; 7) 土地供应机制及规划许可审查制度缺乏对低碳的响应, 需要与低碳目标相衔接; 8) 缺乏针对存量工业用地的转型机制及其全生命周期绩效监管, 制约了工业碳减排的实现; 9) 缺乏对高质量农田的动态管理。解决这些问题需要综合协调多方面的利益, 建立科学合理的数据平台、评估体系、管理机制和政策支持, 以确保双碳目标可落地。

7. 面向双碳的规划编制相关策略建议

7.1. 全国国土空间规划

(一) 能源减排的重要策略

1) 统筹新能源供应设施的用地及走廊

结合各地区的资源分布情况、能源需求特点与土地建设条件，统筹规划能源供应用地布局。西部和北部以大型集中式风电、光伏发电基地为；东中部以分布式光伏电站为主；东南沿海地区以海上风电基地为主。结合现状用地情况，测算风电、光伏发电等新能源设施用地规模，提出用地适宜区域，绘制新能源供应用地潜力资源分布图。

2) 鼓励生态修复类新能源项目，缓解新能源用地约束

研究出台光伏治沙等生态修复类新能源项目设计、施工、运维等标准规范，进一步支持在石漠化、荒漠化土地以及采煤沉陷区等矿区规模化开展具有生态环境保护和修复效益的新能源项目建设，在保证生态优先的前提下，有效缓解新能源用地约束。¹⁴

(二) 工业减排的重要策略

全国国土空间规划层面实现工业领域的碳减排，关键策略可以通过顶层方案、发展方式以及实施管控的逻辑出发，通过构建以资源环境-产业经济平衡发展的顶层方案，强调产业结构调整和技术升级以转变发展方式，建立工业项目用地管理机制形成实施支撑依据来推动，主要形成如下三条路径策略：

1) 根据双碳目标要求,动态优化工业生产力和区域布局,实现国家层面资源环境承载力与经济社会发展的匹配协调

在全国国土空间规划层面实现空间发展的均衡和统筹，根据双碳目标，不断优化调整工业布局和区域布局,使之与资源环境承载力相适应,使经济社会发展同生态环境保护和改善相协调。需要国家层面的宏观指导与调控，从源头上实现经济发展与生态环境保护的战略平衡，推进形成彰显优势、合理分工的区域经济布局，推动区域协调发展。

¹⁴ 国家能源局. (2022).《关于促进新时代新能源高质量发展的实施方案》.

2) 强调工业结构升级,推动绿色低碳转型,培育具有国际竞争力的智能制造业基地

在全国国土空间规划中强调产业结构升级的重要性,促进我国由制造大国向制造强国转变,提升国际竞争力,即通过推动工业结构调整,优化产业布局,培育和发展智能制造等战略新兴产业,推进工业绿色低碳转型,打造一批具有国际竞争力的低碳智能制造业基地。是贯彻落实双碳目标的重要举措,可以推动能源资源高效利用,实现工业高质量发展。

3) 制定工业项目用地的规范性和引导性指标,强化用地管控,保障政策实施效果

制定科学合理的工业项目用地规划管理指标,通过制定规范性和引导性的工业用地指标体系具体包括容积率、固定资产投资强度、土地产出率、土地税收产出率、建筑系数、行政办公及生活服务设施用地所占比重、绿地率等;对工业用地的规模、强度、产出效率等方面进行量化,以推动科学规范土地开发建设,引导空间结构优化调整和产业转型升级,从而更好地服务于我国高质量发展和双碳目标的实现。

(三) 交通减排的重要策略

1) 将低碳交通纳入城市规划的整体思考,引导可持续城市发展

通过合理规划城市建设和土地利用,缩短居民的出行距离,减少通勤时间和能源消耗。同时,提供完善的城市公共设施和服务,鼓励居民在就近的范围内满足日常需求,减少长途出行和碳排放。

2) 提升绿色出行的品质,提高绿色出行分担率

通过合理布局优化交通设施和城市功能区域,鼓励绿色出行方式,如公共交通、步行和非机动交通(骑行、电动车等)。通过提供高质量的公共交通服务、完善步行和骑行道路网络、建设便捷的交通枢纽等措施,鼓励市民选择低碳出行方式,减少汽车使用。

3) 推动新能源交通的发展

从空间角度出发,规划充电设施的布局、建设氢燃料加氢站等,支持新能源交通的发展,包括电动汽车、混合动力车辆、氢燃料电池车等绿色交通技术的推广和应用,减少传统燃油交通的碳排放。

(四) 废弃物处理减排的重要策略

1) 支持废弃物利用体系化、规范化发展

支撑资源循环利用基地等新型城市建设功能区的建设，基本建立城市废弃物回收和再生利用体系。推动资源循环利用基地与城市规划相结合，按照“分类收集、规范运输、集中处置”的原则，合理布局生活垃圾收集设施，推进生活垃圾分类投放、规范储存和运输。推进“两网融合”，积极推进生活垃圾、废弃物回收设施整合，实现科学选址，妥善处理与居住区的分布关系，合理设计处置规模。打造生态型、公园型资源循环利用基地。依托现有“城市矿产”示范基地、资源循环利用基地、工业资源综合利用基地，统筹规划布局再生资源加工利用基地和区域交易中心，做好用地、水电气等要素保障，推进环境、能源等基础设施共建共享。

2) 推动新型再生循环服务设施的用地与国土空间规划结合

支撑新型三级分拣中心的建设，将交投点、中转站、分拣中心等废旧物资回收网络相关建设用地纳入相关规划，并将其作为城市配套的基础设施用地，保障合理用地需求。结合城市、农村不同特点，合理布局回收交投点和中转站。支持重点企业在充分考虑周边地区资源量和与基层回收站点、集散市场、利废企业有效衔接的前提下，合理设置机械化、自动化、智能化装备水平较高的回收分拣加工中心。

3) 支撑重点领域的资源循环再利用

支撑新能源汽车动力蓄电池回收利用，结合分拣中心进行布局。支撑报废机动车“五大总成”、工程机械、机床再制造，结合产业布局建设区域性循环利用基地。结合重要的新能源产业基地，规划建设新能源风机叶片和光伏板循环利用基地。支持危险废物回收利用，包括废油、废油漆桶、废铅酸蓄电池、废催化剂、废酸等，统筹推进城镇环境基础设施规划布局，重点推动焚烧炉渣与固体废物综合利用、焚烧飞灰与危险废物处置、危险废物与医疗废物处置等有效衔接。结合城镇新区建设、旧城改造配建再生水利用设施。持续推进建筑垃圾回收和资源化利用。

(五) 农业减排的重要策略

1) 锚定高质量农田，提高高效农田占比

为实现农田的高效利用，可通过科学规划、保护管理、种植结构优化等方面入手。

首先，进行全面的土地评估，了解土地特性，分类确定适宜的用途，确保农田的高效利用。基于土地分类和农田利用需求，制定科学合理的农田规划和布局方案，保障农田得到充分利用，同时优化作物种植结构，提高产量和效益。其次，是耕地的保护和管理。确立耕地保护红线，限制非农业用地转移，抑制耕地荒漠化，保障耕地资源的可持续利用。采取措施防止土地侵蚀、保持土壤肥力和保水能力，有效管理农田，确保其长期的高质量和高效益。此外，建设农田信息化管理系统，为农田监测、决策支持和技术指导提供平台，促进高效农田的发展。

(六)生态空间增汇的重要策略

1) 以保存量、促增量、提质量为抓手，统筹生态系统的治理¹⁵

锚固重要生态空间，确保现有生态碳汇空间面积不减少。运用科学的方法划定并严守生态保护红线、生态控制线等自然生态安全边界，严格保护具有重要碳汇功能的现有自然资源，严格控制将生态空间转化为城镇空间和农业用地，以减少不合理土地利用带来的碳排放。

拓展绿色开阔空间，增强生态系统碳汇潜力。通过实施适宜林荒山绿化、建设大尺度森林湿地公园、进行矿山生态修复以及利用腾退土地进行造林绿化等方式，扩大生态空间面积，增加生态系统的碳储量。遵循减量发展原则，通过“拆违还绿、腾退增绿、留白增绿、见缝插绿”等方式，持续拓展绿色空间。

提升生态系统质量，恢复并加强生态系统的固碳能力。遵循自然生态系统演替规律



图 7-1 生态系统碳汇提升路径示意图¹⁵

和内在机理，统筹修复全域的全要素国土空间系统，推动森林质量的精准提升，加强中幼林培育和退化林修复，优化林分结构，推广秸秆还田等保护性耕作方式，科学实施“蓝色海湾”整治，进行退化湿地和草地的生态修复等措施。

¹⁵ 石晓东、赵丹、曹祺文.(2022). “双碳”目标下国土空间规划响应路径. 科技导报 2022, 40 (6)

7.2. 全国专项规划

(一) 能源减排的重要策略

1) 设立新能源优先规划区，为灵活精准供应新能源用地提供可能

建立标准化的新能源选址框架，科学评价新能源开发项目的生态环境影响和效益，在现有或计划中的传输基础设施的附近，选取具有优良可再生能源资源的空间，且对环境、文化和其他资源影响最小，作为新能源优先规划区，并建议在全国层面明确规划大型风光电基地的数量。

2) 制定新能源开发用地的兼容性地类和相关控制指标

充分利用沙漠、戈壁、荒漠等未利用地布局大型风光电基地。重点研究农光互补、林光互补、牧光互补、渔光互补等光伏复合项目用地模式的允许范围、技术要求与用地政策¹⁴。

(二) 工业减排的重要策略

全国专项规划层面实现工业领域碳减排，要重点从战略要求、政策手段以及实施路径三个方面重点把握，即制定提高土地效率，促进绿色发展的战略要求；形成产业准入管理，功能兼容标准的政策手段，建立创新合作模式，引导产业转移的实施路径，重点形成如下 4 条核心策略：

1) 基于国家双碳目标，提升土地经济承载和产出能力，促进绿色发展

国家从土地资源利用角度基于实现双碳目标，提出提高土地的经济承载力和产出效率推动工业绿色发展的总体要求，即将碳核算及碳评价引入土地利用、空间布局过程中，通过科学的土地资源开发利用实现空间优化布局和工业转型发展。可以引入的指标如单位工业增加值碳排强度、亩均碳排强度等。

2) 制定工业用地功能兼容标准，引导土地资源合理高效利用

从土地使用的兼容性角度出发，制定工业用地功能兼容标准以实现土地资源的合理高效利用，国家层面通过不同类型工业门类发展的特点，科学制定其可以兼容的其工业用地可以兼容的他功能如配套商业、公共服务、居住等，并制定不同兼容功能的用地比例标准。如根据国土资规〔2015〕5号文件规定，新产业新业态发展中工业用地、科教用地兼容相关用途设施建筑面积不超过 15%的，仍按工业、科教用途管理。其他情形下，

同一宗土地上兼容两种以上用途的，应确定主用途并依据主用途确定供应方式；主用途可以依据建筑面积占比确定，也可以依据功能的重要性确定，确定主用途的结论和理由应当写入供地方案，经批准后实施。

3) 完善国家级产业园产业准入负面清单，限制高碳项目

从国家层面在现有国家级产业园区准入负面清单基础上增加限制高耗能、高排放项目进入园区的规定，设置准入门槛，深度调整产业结构，构建有利于碳减排的产业布局，遏制高耗能高排放低水平项目盲目发展。

4) 创新合作模式，规划引导产业转移与集聚，推进供应链现代化发展

充分尊重企业在产业转移过程中的主体地位，同时加强政府在关键领域和关键环节的政策引导，提出制造业转移和承接的重点方向、重点产业。从产业维度，结合不同行业的特性和发展阶段，聚焦增强产业链根植性和完整性。引导劳动密集型产业、技术密集型产业、高载能行业和生产性服务业分别向满足其发展条件的中西部和东北地区转移。从产业维度，结合不同行业的特性和发展阶段，聚焦增强产业链根植性和完整性。引导劳动密集型产业、技术密集型产业、高载能行业和生产性服务业分别向满足其发展条件的中西部和东北地区转移。

(三) 交通减排的重要策略

1) 规划多网融合的都市圈，整体统筹都市圈内各城市的功能结构

近年来，我国发布了《关于培育发展现代化都市圈的指导意见》、《交通强国建设纲要》和《国家综合立体交通网规划纲要》等政策，积极推动高速铁路、城际铁路、市域(郊)铁路、城市轨道交通的多网融合发展。这些政策强调了都市圈交通基础设施网络化和出行便捷化，旨在实现“十四五”期间的重要目标。研究都市圈跨区域通勤特征和机理，有利于推动综合交通体系与国土空间规划的融合，能适度干预跨城通勤带来的职住分离，长距离出行，交通拥堵和高碳排等问题，也能通过国土空间优化来促进同城化，提升通勤效率和绿色出行比例。

2) 规划综合货运枢纽系统，提高多式联运比例

多式联运在显著降低长途转运成本，最小化交付时间，大幅减少道路拥堵的同时，能够有效节约能源，减少排放和噪音，是名副其实的绿色运输方式。根据美国 BNSF 铁路公司的测算，将 2 万吨货物运送 2000 英里，采用汽车运输将产生 3424 吨二氧化碳

排放，而多式联运仅产生约 1322 吨碳排放，若选择特种铁路集装箱棚车运输，仅产生约 951 吨碳排放。因此，多式联运可将碳排放降低 60%至 70%¹⁶，这充分彰显了其低碳性质。故建议在全国专项规划层面以多式联运比例为低碳交通方面的管控评价指标。

(四) 废弃物处理减排的重要策略

1) 推动区域层面的大宗废弃物协同处置利用，统筹兼顾大宗固废增量消纳和存量治理

创新大宗固废协同利用机制。鼓励多产业协同利用，推进大宗固废综合利用产业与上游煤电、钢铁、有色、化工等产业协同发展，与下游建筑、建材、市政、交通、环境治理等产品应用领域深度融合，打通部门间、行业间堵点和痛点。推动跨区域协同利用，建立跨区域、跨部门联动协调机制，推动京津冀协同发展、长江经济带发展、粤港澳大湾区建设、长三角一体化发展、黄河流域生态保护和高质量发展等国家重大战略区域的大宗固废协同处置利用。

2) 以城市群、都市圈为核心，引导区域再生资源加工利用产业基地和区域交易中心布局

推动再生资源加工利用产业集聚化发展。依托现有“城市矿产”示范基地、资源循环利用基地、工业资源综合利用基地，统筹规划布局再生资源加工利用基地和区域交易中心，做好用地、水电气等要素保障，推进环境、能源等基础设施共建共享，促进再生资源产业集聚发展，推动再生资源规模化、规范化、清洁化利用。鼓励京津冀、长三角、珠三角、成渝、中原、兰西等重点城市群建设区域性再生资源加工利用产业基地。完善再生资源类固体废物跨地区运输备案机制，提升再生资源跨区转运效率。结合重要的新能源产业基地，规划建设新能源风机叶片和光伏板循环利用基地。

(五) 生态空间增汇的重要策略

1) 建立流域、沿海、海域协同一体的综合治理体系

加强陆源污染防控和海洋生态保护修复，重视红树林、盐沼、海草床、珊瑚礁等典型海岸带生态系统建设，发展陆海统筹减污降碳协同增效。陆源污染，即来自农业、工业和城市排放的废物，威胁海洋生态系统和珊瑚礁等生物多样性。海洋生态保护修复对

¹⁶ 王国文. (2010). 低碳物流与绿色供应链: 概念, 流程与政策. *开放导报*, (2), 37-40.

于维护海岸带平衡至关重要。红树林、盐沼、海草床、珊瑚礁等生态系统在保护海洋生物栖息地和吸收二氧化碳方面发挥关键作用。保护这些生态系统需要设定保护区，规定禁渔区和限制人类活动的范围，以及进行生态修复工作，促进其恢复和重建。同时，推进科学研究和技术创新，加强监测和评估，为其保护提供科学支持。陆海统筹在实现减污降碳协同增效方面扮演着关键角色。通过制定全面的陆海协调发展规划，可以保护陆地生态环境，减少对海洋环境的负面影响。例如，发展可再生能源、推广可持续农业和改善城市排水系统，将有助于减少海洋污染和碳排放，实现陆海共同的环境效益。

7.3. 省级国土空间总体规划

(一) 能源减排的重要策略

1) 布局省级新能源供应设施的用地及走廊，规划跨区的特高压能源运输主干道

为确保能源输送的稳定性及满足跨区域的能源供需平衡，应着重规划省级新能源供应设施的合理用地规模和布局，并完善西部清洁能源基地特高压外送通道和东部、西部特高压交直流骨干网架，保障“西电东送”。

2) 严格控制煤电基础设施规模，统筹调峰能源基础设施的选址与区域能源平衡

采取“取消一批、缓核一批、缓建一批”等措施，优化现有煤电基础设施布局。在西气东输基地规划配套输气管网和调峰电站，在城市负荷中心等规划分布式燃机基础设施，使其与新能源发展相辅相成。

3) 设定具有约束力的“区域指标”，分解新能源土地利用总目标，结合碳指标交易、生态补偿机制建设等

可参考德国的做法，在省级国土空间总体规划中设定新能源发电项目用地面积比例(%)。德国的《陆上风能法》规定，到2032年德国2%的面积将用于陆上风电发电¹⁷。

(二) 工业减排的重要措施

1) 编制促进低碳发展的产业规划、推动制造业绿色转型和集聚发展

结合省级产业发展定位和碳减排要求，编制促进低碳发展的专项产业规划，通过空

¹⁷ 《绿色与绿色的冲突与协调-基于可再生能源土地利用与生态保护法律制度矛盾的分析》- 李艳方、张媛媛

间手段引导产业优化发展，推动制造业实现绿色转型，形成集聚发展的产业格局；例如河南省把制造业高质量发展作为主攻方向，突出“项目为王”导向，围绕统筹传统产业转型升级、新兴产业重点培育、未来产业谋篇布局，以提升集群能级、创新能力、链条水平和优化生态为目标，实施创新强链、数字融链、转型延链、多元稳链、招商补链、生态畅链“六大行动”，实现产业链、创新链、供应链、要素链、制度链深度耦合，打好产业基础高级化和产业链现代化攻坚战，推动产业由集聚发展向集群发展全面跃升，形成一批万亿级先进制造业集群和千亿级现代化产业链，为制造强省建设提供坚实支撑¹⁸。

2) 科学划定开发区边界和工业用地红线，保障有需发展

省级国土空间规划编制要统筹环境容量控制要求，按照已明确的城镇开发边界以及新增和存量城镇建设用地，合理确定开发区及工业用地规模、位置及范围，避免过度开发，通过区位引导及范围、规模的严格控制防止低效工业用地的无序扩张同时保障工业用地有序发展。例如广东《关于推动制造业高质量发展的意见》提出，各地区在编制国土空间规划时，要划定工业用地保护红线和产业保护区块，并纳入详细规划，充分保障工业用地供给，合力确定研发用地。

3) 以省际生态格局完整、环境协同共治为原则，指导产业互补，引导工业空间布局

不同省份之间要加强在生态保护和污染治理方面的信息共享和合作，形成跨省的生态网络和环境管理体系。同时省域范围内更要保障生态格局和环境治理的协同发展，在此基础上，科学规划产业分工、布局，避免同质化竞争，可实现优势互补。

(三) 交通减排的重要措施

1) 规划快速、公交化的城际轨道交通，深入城市中心，在空间布局上与城市轨道交通有效衔接，做到无缝换乘，并满足“一日生活圈”的需求

估算跨区通勤的规模，合理规划区域性城际轨道交通。虽然大规模高铁、城际铁路建设有助于跨城通勤，但高铁跨城通勤的比例仍较低，这也表明应注重城市间交通换乘便捷性，在空间布局上要考虑城际轨道与城市其他交通模式高效组合的衔接，完善“门对门”的出行需求，提高城际通勤效率。为综合评价城际（区域）轨道交通效率，建议

¹⁸ 《河南省先进制造业集群培育行动方案（2021-2025年）》

引入一个城际通勤效率系数¹⁹作为评价指标，即城际列车在轨时间占总用时的比重(列车上时间占总行程时间比重)。

借鉴日本东海道新干线的经验，城市居住压力促使居民向小城市疏散。针对通勤、通学和商务旅行，新干线以高峰时段 4.5 分钟的列车间隔满足需求。欧洲大多数车站与城市无缝衔接，形成综合交通枢纽，融合交通、商业和休闲功能。然而，国内现有铁路用地规划存在局限。常见的站前广场布局不够高效，铁路用地红线通常在站房两侧各 10 米、站前 12 米，导致巨大的景观广场与车站之间形成隔离。这阻碍了枢纽的立体发展，影响换乘。因此，规划应更加充分考虑枢纽的空间和功能整合，以实现更高效的城际轨道交通系统。¹⁹

2) 完善电气化铁路货运网，提高铁路货运量和运输效率

规划电气化铁路线路，包括主干线和支线，覆盖主要货运节点和重要经济区域。确保电气化铁路网络的广度和密度，使货运线路能够覆盖更多的区域。规划现代化的货运站点和设施，包括货运中心、仓储设施和物流园区，以提供便捷的货物装卸和转运服务。

3) 规划铁路集装箱中心站以及双层集装箱运输通道，以支撑多式联运体系的发展需求

根据货物运输量和未来发展需求，建设规模适宜的集装箱中心站作为货物集散和转运的核心枢纽。铁路集装箱中心站的布局位置应与其他交通模式（如公路、水路、航空等）的转运设施和网络紧密衔接，方便实现多式联运，促进货物的高效运输。在铁路网络中规划双层集装箱运输通道，确保通道具备足够的宽度和高度，以适应双层集装箱列车的运行和装卸需求。

(四) 废弃物处理减排的重要措施

1) 保障国家级资源再生利用重大示范工程用地需求

对纳入国家资源再生利用重大示范工程项目的用地，实行计划指标重点保障。以真实有效的项目落地作为配置建设用地计划指标的依据，切实保障有效投资用地需求。

2) 建立废旧物资循环利用体系，各地区要将交投点、中转站、分拣中心等作为城市配套基础设施用地纳入法定规划

¹⁹ 王睦, 秦科, & 高媛婧. (2014). 城际 (区域) 轨道交通与大都市区新兴城镇协调发展案例研究. *城市建筑*, (3), 22-25.

打造“回收规范化、循环产业化、服务便民化”的废旧物资循环利用体系，将交投点、中转站、分拣中心等废旧物资回收网络相关建设用地纳入相关规划，并将其作为城市配套的基础设施用地，保障合理用地需求。

3) 配合重点城市群区域性再生资源回收利用中心建设，加大再生资源加工利用产业基地、二手交易市场和区域交易中心等合理用地的支持

加大对再生资源加工利用产业基地、二手交易市场的用地支持，优先配置废旧物资循环产业发展成效好的区县建设用地指标。

(五) 农业减排的重要措施

1) 根据农作物属性优化农业格局，建立不同分区

应通过土地质量评估和土地利用规划，根据不同农作物特色，选定具有高产潜力和适宜农作物种植的区域，建立不同分区²⁰，如畜牧业集中区、林果业集中区和优质耕地集中区，通过合理划分农业分区，可以充分发挥不同地区的农业资源优势，提高农业生产效益，实现可持续发展。

(六) 生态空间增汇的重要措施

1) 在双评价中按照植被类型、林龄、林类三类要素叠加分析，明确生态碳汇极重要区和重要区

在按照植被类型、林龄和林类三个要素进行叠加分析，可以得出生态碳汇的极重要区和重要区。

植被类型：不同植被类型在固碳能力和碳储存方面存在差异。通过对不同植被类型的评估，可以确定其对碳汇的贡献程度。例如，森林、湿地等自然生态系统通常具有较高的碳储存能力，因此在叠加分析中，这些植被类型可能被归类为重要区。

林龄：林龄对碳汇的贡献有显著影响。通常来说，年轻林木的生长速度较快，固碳能力较强，而老龄林木虽然生长速度较慢，但由于其体积较大，储存的碳量较高。在叠加分析中，可以考虑不同林龄段对碳汇的贡献，并确定在相应林龄段的区域作为重要区。

林类：不同林类在碳汇方面也有差异。例如，常绿林和针叶林通常具有较高的碳储存能力，而落叶林和阔叶林由于叶片凋落等原因，碳储存能力相对较低。通过对不同林

²⁰ 车旭.(2023). 治理型规划编制的探索——以承德市国土空间总体规划为例. *规划中国*.

类的评估，可以确定在碳汇方面具有重要意义的区域。

在叠加分析中，可以将这三类要素进行综合考虑，根据不同要素的权重赋值，计算得出各区域的综合评分。评分高的区域可以被归类为生态碳汇的极重要区，评分适中的区域可以被归类为重要区。这样的划分有助于明确生态碳汇的空间分布，指导生态环境保护 and 碳减排工作。

7.4. 省级国土空间专项规划

(一) 能源减排的重要措施

1) 谋划抽水蓄能、氢储能、综合能源站等新型能源基础设施的统筹布局

在规划新型能源基础设施时，必须充分考虑不同类型设施之间的相互补充关系，以最大程度整合多样能源，从而达到系统效率和可靠性的最优化。例如，抽水蓄能可与可再生能源发电设施协同运作，储存多余电能；氢储能则可与太阳能或风能发电系统紧密结合，通过电解水制取氢气。这些基础设施有助于平衡电网负荷，储存过剩能量以备不时之需，为可再生能源的稳定供应提供了关键支持。

在选址上，需谨慎抉择。抽水蓄能项目需选址于地势适宜的区域，以确保高度差的存在；氢储能方案应充分考虑氢气生产原料的可获得性及储氢设施的安全性；而综合能源站的选址应便利能源输入和输出。

(二) 工业减排的重要措施

1) 建立工业用地“标准地”制度，制定区域控制性指标体系，明确建设指标

工业用地标准地政策目标在于全面提升工业用地质量，以更高标准的空间载体为基础引领工业发展，例如广东省明确工业用地“标准地”改革的具体实行主要包括6个步骤：1 开展区域评估；2 确定“标准地”控制标准；3 组织“标准地”供应；4 签订项目监管协议，办理不动产登记；5 按约定实施建设；6 组织验收复核。²¹

2) 基于省级“双碳目标”，确定目标实现阶段，制定亩均工业用地碳排强度省级标准

充分考虑省级双碳目标时间要求，将碳减排纳入工业用地管理中，制定碳排放强

²¹ 《广东省工业用地“标准地”供应工作指引（试行）》

度标准作为省级工业专项规划管控引导工业碳排的重要举措，研究提出适合本地实际的工业用地碳排放强度标准，将相关指标纳入项目选址审批以及监测考核机制中，建立动态调整机制，强有力的引导工业项目节约集约用地用能，引导绿色化升级。

3) 提升单位土地经济承载容量和产出水平，推进产业空间治理，制定单位工业增加值碳排强度、亩均税收供地及评价标准

省级规划要制定单位土地产出的效率标准，如单位面积产值、税收指标等，并纳入项目评估和土地供应条件中，要定量研究不同产业、规模项目的碳排放强度标准，控制高碳项目用地，加强空间治理规划提高产业空间集聚度，减少重复建设，通过土地利用效益和集约化程度保证经济效益同时控制碳排。

(三) 交通减排的重要措施

1) 采用 GPS、GIS 和运输管理信息系统等先进的信息技术，优化货物运输的线路规划设计，规避空载运输、无效运输等不合理的运输方式，缩短送货距离与时间

建立先进的信息技术系统，实现货物运输的实时监控和管理。通过技术支持，优化运输调度和资源配置，提高货物运输的效率。建议设定吨公里排放量、单车装载重量、单车平均运营里程等指标¹⁶。

(四) 废弃物处理减排的重要措施

1) 加强水资源再生循环利用

加强排水设施建设，提升雨污等非常规水源利用率；规划建立用水管理系统，鼓励使用节水产品及节水措施。结合城镇新区建设、旧城改造配建再生水利用设施。规划建立用水管理系统，鼓励使用节水产品及节水措施。

2) 推进产业园区循环低碳发展，提升资源产出率和循环利用率

以提升资源产出率和循环利用率为目标，优化园区空间布局，加强园区物质流管理，深化副产物交换利用，大力推动园区企业循环式生产、产业循环式组合，完善产业园区共生体系，开展产品设计+生产+使用+流通协同试点。全面实施清洁生

产改造，建立园区公共服务共享平台。推进工业余压余热、废气废液废渣资源化利用，积极推广集中供气供热，推动园区低碳发展。

3) 组织危险废弃物设施、场所建设规划

组织有关部门编制危险废物集中处置设施、场所的建设规划；相邻省、自治区、直辖市之间可以开展区域合作，统筹建设区域性危险废物集中处置设施、场所。

(五) 农业减排的重要措施

1) 对需要特殊管理地区的农田提出针对性指标

针对需要特殊管理地区的农田，可以针对其特殊的地理、气候和环境条件，提出相应的指标。如坝上地区，对风沙屏障坝上地区提出高效节水灌溉面积；给潮河流域，提出农田灌溉有效利用系数、有机农业种植占比等指标²⁰。

(六) 生态空间增汇的重要措施

1) 统筹区域森林资源，结合低碳旅游规划，划分低碳森林旅游区

优先发展以森林系统中林地资源为依托的林下经济²²，结合低碳旅游业提升林业总产值，减少碳流失，间接提升森林碳汇，实现资源利用的高效低耗。

规划碳中和旅游示范区，一种旅游目的地或地区，致力于实现碳中和的旅游发展模式，并通过示范和推广，鼓励其他地方采取类似的可持续发展措施。这些示范区通常通过采取一系列环保和低碳的措施，旨在减少旅游活动对环境和气候的负面影响，同时提供游客独特而可持续的旅游体验。通过创建碳中和旅游示范区，旅游业可以向更加可持续和环保的方向发展。这不仅有助于减少旅游业对气候变化的负面影响，还可以为游客提供更加绿色、可持续和文化丰富的旅游体验。

将低碳规划理念贯彻于森林旅游景区前期开发的空间布局中，以低碳化理念优



图 3-2 林下经济的实现零碳的路径²²

²² 王姝雅. (2019). 黑龙江省森林碳汇潜力预测研究 (Doctoral dissertation, 哈尔滨: 东北林业大学 卩 2019: 1-58).

化现有旅游设施布局，包括住宿、餐饮、游憩、购物、娱乐、交通、环卫、能源供应等。

2) 评价海洋碳汇潜力，划定蓝碳富集区

对于蓝碳生态系统应明确优先保护和修复区域及对应的管理措施，完善生态补偿机制等。蓝碳生态系统是指海洋和海岸带中的湿地、海草床和珊瑚礁等生态系统，它们具有显著的碳储存和固碳能力，被称为蓝碳储库。为了充分利用和保护蓝碳生态系，根据蓝碳生态系统的分布和生态重要性，明确优先保护和修复的区域。这可以通过科学研究和评估来确定，考虑到生态系统的碳储存能力、生物多样性和重要性等因素。将这些区域明确为保护区或自然保护地，并制定相应的管理计划和措施，限制人类活动的干扰。

7.5. 市级国土空间总体规划

(一) 能源减排的重要措施

1) 提升可再生能源能源在城市能源使用中的比例

2) 鼓励根据能源负荷中心及城市功能布局，建立高效分布式能源站

分布式能源站的建设可以优化城市的能源利用，提高能源效率，并减少能源传输损失。通过基于能源负荷中心和城市功能布局的分布式规划，可以更好地满足不同区域和建筑的能源需求。

冷热电三联供系统是天然气分布式能源的典型形式，即以小规模、小容量（设计产能吻合区域能量负荷）、模块化、分散式的方式布置在用户附近，独立的输出冷热、电能的系统。区域型系统主要是针对各种工业、商业或科技园区等较大的区域所建设的冷热电能源供应中心。设备一般采用容量较大的机组，往往需要建设独立的能源供应中心，还要考虑冷热电供应的外网设备。楼宇型系统则是针对具有特定功能的建筑物，如写字楼、商厦、医院及某些综合性建筑所建设的冷热电供应系统，一般仅需容量较小的机

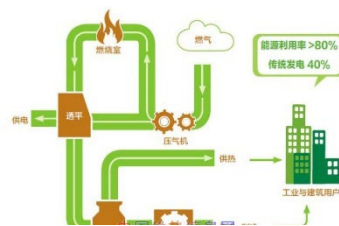


图 5-3 分布式能源站示意图（来源：北京盛世昌华）图 5-4 冷热电三联供示意图（来源：供热信息网）

组，机房往往布置在建筑物内部。

(二) 工业减排的重要措施

1) 依据城市定位及发展要求，提出本地工业用地保护、发展、控制目标及要求

基于城市定位和发展阶段，研判工业用地的合理需求量，提出不同时期工业用地保护范围、新增用地规模以及存量用地的再开发利用目标。通过用地总量管控，达到引导工业布局优化，推动存量用地再开发利用的目的

2) 依据城市功能布局及主要发展方向等要素，科学划定工业发展区，优化城市工业布局

依据城市定位、统筹生态保护要求和经济发展目标，确定工业用地规模增减趋势，明确新增工业用地规模，合理确定年度工业用地出让规模；划定工业发展区、划定工业用地保护线，实现工业发展和土地集约高效利用的双重目标。

3) 优化产业空间布局，建立“产业基地-产业社区-零星工业地块”三级体系，提出市级工业用地集聚度要求，指导工业空间布局

市级总规划定产业基地和产业社区的边界，产业用地以空间规划为引导，向产业基地、产业社区集聚，新增产业项目原则上布局在产业基地、产业社区内。按照高质量产业发展标准，确定产业基地、产业社区外的规划保留零星工业地块。²³建立产业用地分类体系，提出三级体系工业用地集聚度要求。

4) 鼓励工业用地与其他用地混合开发,推动产业园区向产业社区转型,提高空间利用效率

研究工业用地与商业、居住等用地的混合开发模式，鼓励空间复合开发利用，针对适宜融合功能提出融合发展策略，鼓励单一工业园区向综合业态的产业社区转型以达到显著提升土地空间的综合利用效率的目标。

(三) 交通减排的重要措施

交通市级总规层面的挑战主要分为 4 个方面：用地、都市农业、客运和货运。

功能混合的用地：

²³ 《关于上海市推进产业用地高质量利用的实施细则（2020 版）》

1) 鼓励紧凑型 and 组团式布局，倡导城市功能复合利用和用地时空混合利用

2) 倡导职住平衡的用地布局

建议以职住比为评价指标。

3) 鼓励交通场站较高强度开发，提升 TOD 导向开发站点比例

建议以 TOD 导向开站点数量为评价指标。

都市农业：

1) 盘活城市周边农田，形成就近城市菜篮子，减少长距离运输产生的碳排

客运：

1) 建立以公交主导的交通系统，倡导绿色出行

建议以绿色出行分担率为评价指标。

2) 逐步减少中心城区的停车位，规划适当的 P+R（停车换乘设施）

为减少人们对小汽车的依赖，在减少中心城区停车位的同时，应适当建设 P+R 设施。P+R 设施可以将个人汽车与公共交通结合起来，鼓励大众乘坐公共交通进入中心城区。建议设定中心城区停车配建指标和 P+R 停车换乘设施覆盖比例。

货运物流：

1) 新建园区规划选址要与重大区域交通枢纽相结合，依托低碳货运廊道锚固枢纽和组织货流，提高多式联运比例

2) 合理规划城市公共物流设施用地总规模与布局，提高仓储空间利用率，缩短存取货时间和配送路径

配送中心规模较小，应就近服务；物流园区和物流中心规模较大，辐射范围广，应与城市产业布局、大型交通基础设施建设相协调。

3) 加强对现有物流基础设施的规模、布局、功能进行整合，提高现有设施的使用效率，防止重复建设

4) 保障末端物流集散中心和中转中心的用地需求

(四) 建筑减排的重要措施

1) 鼓励城市紧凑发展，采用集中式或组团式布局模式，明确空间外部空间形态控制指数

根据目前学者对城市空间形态和碳排放的关系研究，结果标明相对于松散和多中心的城市发展模式，更加集中和紧凑的城市空间形态会伴随着较少的碳排放²⁴。鼓励城市中心区、轨道交通站点、大站快运站点等区域适当提高建设密度与建设高度，引导建设空间集聚。中国工程建设标准化协会目前研究制定的《城市新区绿色规划设计标准（征求意见稿）》提出城市新区的外部空间形态紧凑度指数宜达到 0.5 以上。

2) 推进低碳城市、韧性城市、智慧城市建设，引导城市建设绿色化、生态化方向转变

将低碳、韧性、智慧发展理念纳入国土空间规划编制及城市发展目标愿景中，建立具有地方特点和针对性的低碳韧性地方政策。鼓励城市在空间形态、土地利用、交通体系、市政设施等重点领域推进低碳韧性发展，构建应对气候变化的精细化行动目标和体系。

3) 将城市设计纳入法定规划体系，作为城市三维空间管控的重要手段，指引土地高效利用，更好调节城市微气候

国家明确提出要将城市设计贯穿城市规划全过程，以城市设计管控引导全域重要空间。要求将城市设计内容结合规划层级融入相关管控条例，通过总体城市设计、重点地区城市设计分层分级落实城市设计管控要求，同时将城市设计重点管控内容纳入详细设计管理条件与规划条件，引导管控街区及建筑形态的设计，从立体三维角度考虑城市空间布局，改善城市微气候。

4) 划定城市详细规划单元，明确各单元建设方式，区分新建区域更新区，并设定用地层面刚性约束指标，采用弹性管控方式进行管理

明确需要向各编制单元传导的功能定位、核心指标、管控边界和要求。其中建设用地规模、容积率、建筑密度以及绿地和水域面积、道路网密度等应作为约束性指标向下

²⁴ 不同城市空间形态对碳排放的影响研究——以长江经济带 110 个城市为例；重庆大学，王芸

传递，城市蓝线、紫线以及城市快速路和主次干路的走向、红线宽度应作为刚性要素层层落实，城市黄线、绿线应作重要管控以刚性指标+柔性边界逐步落实。针对存量更新单元，应强化自下而上的组织策划，与基层治理紧密结合，探索“清单式”“菜单式”工作模式，按照“规划加策划、策划转行动、行动推项目”的城市更新实施框架，集成政策工具，变一次性工作为长期动态跟踪推进；针对增量街区，则应坚持自上而下有效传导，强化成本核算、情景模拟和路径推演，有序匹配空间资源投放和实施安排，实现详细规划的“深编、精批、细管”，适应城市多元化的治理需求。

在规划编管过程中，则应全面落实“刚弹兼备、控导结合”的原则，在刚性管控的同时，也要加强弹性引导，适应经济社会发展的不确定性，通过弹性预留、建筑规模指标池、用地混合、指标转移、时间换空间等规划适应性工具实现刚弹相济。

5) 充分利用地下空间，明确地下空间适建、限建、禁建区及其管控要求

根据地方特征确定地下空间的规划目标、规模布局等，划定地下空间重点建设区域，并明确地下空间应当优先用于布局地下交通、应急防灾、人民防空、环境保护等城市基础设施和公共服务设施；可以布局商业、工业、仓储、物流设施等项目；禁止布局住宅、学校、托幼、养老等项目。

6) 以建设绿色县城为目标，提高绿色县城在全市县级数量的比例

利用现有绿色生态示范县的相关评价指标，通过提高县（区）的环境质量、加强污染物控制、强化生态指标、构建绿色经济产业链、促进节能减排、建立绿色化的能源结构、优化绿色化产业结构等方面的内容，提高本市绿色生态示范县（区）占全市总县（区）的比例²⁵。

(五) 废弃物处理减排的重要措施

1) 支撑保障国家级资源再生利用重大示范工程用地需求，加大再生资源加工利用产业基地、二手交易市场等合理用地的支持

依托现有“城市矿产”示范基地、资源循环利用基地、工业资源综合利用基地，统筹规划布局再生资源加工利用基地和区域交易中心，做好用地、水电气等要素保障，推进环境、能源等基础设施共建共享，促进再生资源产业集聚发展，推动再生资源规模化、规范化、清洁化利用。结合重要的新能源产业基地，规划建设新能源风机叶片和光伏板

²⁵ 《全国绿色生态示范县（区）评价指标》

循环利用基地。

2) 构建市级可回收物“投放点、回收站、分拣中心”三级回收体系，推进“两网融合”

根据地域特点、经济运输半径、垃圾收运需求等因素合理布局建设收集点、收集站、中转压缩站等设施，配备收运车辆及设备，健全收集运输网络；郊区按照规模化、集约化的原则升级、整合现有转运设施；城市生活垃圾资源化利用率不低于 65%。推动废弃物回收体系和垃圾分类处理“两网融合”，在居住小区、单位等源头建立回收点，在每个街道（镇）建立回收站，建设区县级回收中转站和市级回收中心进行托底保障。到 2025 年废旧物资循环利用政策体系进一步完善，资源循环利用水平进一步提升，废旧物资回收网络体系基本建立，明确再生资源回收网点，专业型和综合型绿色分拣中心数量。建成医疗机构全覆盖的医废运收体系。

3) 加强水资源再生循环利用，提出市域再生水利用率目标

减少污水处理厂出水对水生态环境的影响，在提高出水标准的基础上，加快推进污水处理厂尾水再生利用设施建设和工业再生水利用，确定再生水利用率指标。

4) 提升农业废弃物资源化利用水平，建立循环发展利用模式

鼓励农村地区推行符合农村特点和生活习惯、简便易行的分类方式，厨余垃圾就地就近资源化利用。²⁶提升农业废弃物资源化利用水平。加强畜禽粪污处理设施长效运维，以种养循环、就近利用为重点，建立完善沼肥社会化运行服务体系、机制，加大有机肥研发和应用，降低化肥使用量。建立多途径秸秆利用模式。

(六) 农业减排的重要措施

1) 结合双评价识别分区内现状特点来划分不同农业片区

可参考承德国土空间规划，其在双评价的支持下，总结了每类优质农产品的种植特征，包括结合区位优势 and 山水优势的供京津蔬菜优势片区，结合经济林抚育产业的优质食用菌优势片区，结合地理条件优势的马铃薯、药材优势片区。²⁰

²⁶ 国家发展改革委等部门关于加强县级地区生活垃圾焚烧处理设施建设的指导意见

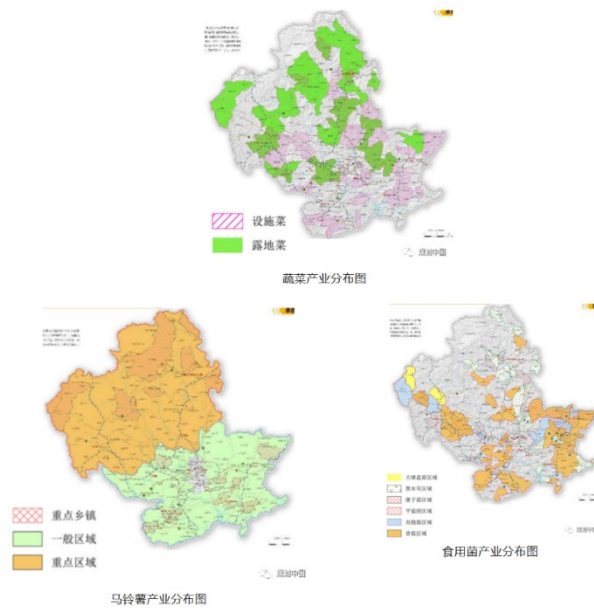


图 5-5 承德国土空间规划²⁰

2) 利用双评价识别的不同地质建造与农业和生态的控制关系，结合不同分区来发展不同特色农业，优化和建议最适宜种植区域

通过地质勘探、地质调查和地质分析，评估不同区域的地质特征，包括地形、土壤类型、地下水位等。这些地质因素对农业发展具有重要影响，如水源供应、土壤肥力、排水条件等。考虑农业发展的关键因素，如气候、降水、温度等，结合地质建造评价结果，评估不同区域的农业适宜性²⁰。

(七)生态空间增汇的重要措施

1) 增加人工天然混交林更新，提高植被和土壤的碳汇能力

在因地制宜科学研究土地性质前提下进行植树造林，禁止盲目进行植树造林行动，如在干旱半干旱荒漠盲目地大规模种植森林或灌木林，这种土地利用的转换（尤其在海拔或高纬度地区）将会加速土壤有机质的分解，造成土壤碳汇能力丢失。建议设定混交林占比为评价指标。

2) 通过湿地保育、退田还湖、退耕还湿等措施恢复水文机制，增加湿地的空间范围

湿地具有较高的生产力和碳固定能力。通过恢复湿地植被，特别是湿地特有的植被

类型，如芦苇、香蒲等，可以增加湿地的碳固定能力。恢复湿地的水文机制是增加碳汇的关键因素之一。通过合理的水位管理，确保湿地处于适宜的湿润状态，促进湿地植被生长和有机物的堆积，进而增加碳汇。此外，湿地还具有净化水体的作用，通过湿地的滞留时间和生物作用，有机物质被固定和分解，进一步促进碳的存储和循环。湿地是有机质积累的重要场所。通过湿地保育和恢复，促进湿地中有机质的积累和储存，进而增加碳汇。湿地的水文条件和沉积作用有利于有机质的沉积，形成有机质丰富的湿地土壤，进一步增加碳的贮存。建议设定退耕还林、退田还湖、退田还湿的面积为管控指标。

3) 明确城市重要生态功能空间用地，引导建设城市生态廊道

依托城市空间结构及绿色开敞空间建立自然景观资源间的生态通廊，保持景观资源的延续性、完整性，构建完善的城市自然生态系统。依托城市内江河湖泊、山体公园、城市道路，构建集自然廊道、行洪通道、休闲慢道为一体的复合生态廊道。建议设定生态功能空间用地占比为管控指标。

4) 提高绿化开敞空间覆盖率，建立连续的开敞空间网络

绿化开敞空间包括公园、花园、绿化带等，增加绿化开敞空间的覆盖率意味着增加了大量的植被，从而提高了碳吸收能力。城市新区及建成区根据生活圈建设要求，建设各类小微绿地与口袋公园，公园绿地 500 米服务半径覆盖率达到 100%，人均公园绿地指标不宜低于 114 $\text{m}^2/\text{人}$ 。鼓励城市加快绿道建设，通过绿道连接城市内外绿色斑块与廊道，整体形成绿色碳汇网络体系。通过提供绿色交通和步行路径，鼓励人们选择非机动车交通方式，减少车辆使用，从而降低碳排放。建议设定绿化开敞空间覆盖率和植被（树冠）覆盖率为管控指标。

5) 加强城市设施与原有生态本底的有效衔接

城市设施与生态本底的有效衔接可以改善城市的生态环境，提供良好的生态服务。例如，湿地可以净化水质，森林可以改善空气质量，绿地可以调节气温。这些生态服务的提供有助于改善居民的生活质量，减少对自然资源的过度利用。

7.6. 市级国土空间详细规划

(一) 能源减排的重要措施

- 1) 统筹社区能源系统规划，将清洁能源作为社区的主要用能来源，提高社区内绿电购买的比例
- 2) 鼓励社区进行智能微电网设计，确定可再生能源配比和储能要求

微电网是一种小型发配用电系统，包含源、网、荷和储（这四个词是很常见的）部分，具备以下四个特征：1) 微型：微电网与配网相连，电压等级低且容量小，通常在35千伏及以下，系统容量（最大用电负荷）原则上不超过20兆瓦；2) 清洁：微电网主要利用光伏、风电、潮汐能等可再生能源，或以天然气多联供（CHP）等能源综合利用为目标，以实现清洁环保3) 自治：微电网内部实现电力供需自平衡，能够独立运行；4) 友好：通过源、荷、储的协调控制，微电网与电网之间的交换功率是可控可调的，从而减少大规模分布式电源接入对电网造成的冲击。



图 5-6 微电网示意图（来源：知乎）

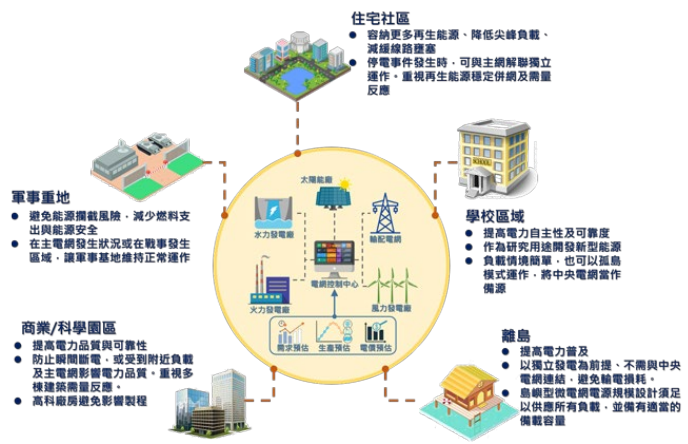


图 5-7 微电网应用场景（来源：CTCI Reliable）

- 3) 统筹利用社区余热废热，提高社区能源的利用效率
- 4) 因地制宜推进地热、生物能的使用，明确其用地布局的要求

(二) 工业减排的重要措施

- 1) 规范土地利用方式方面，通过明确工业用地供地标准，引导产业低碳化发展

控制性详细规划通过规范工业用地的供地标准,如容积率、建筑密度、绿化率等强制性指标,规范工业用地有序发展;通过科学设置碳排放约束条件,引导工业低碳化发展;

通过鼓励工业用地与商业、居住等其他用地的混合利用如行政办公和生活服务设施用地面积比例，引导产业园区向综合业态转型，提升土地利用效率，降低碳排放强度。例如杭州市提出鼓励混合产业用地供给。优化详细规划选址论证，综合考虑空间布局、集约利用、产业融合等因素，探索开展以工业为主的“工业+商服”“工业+科研”“工业+公共管理与公共服务”等混合产业用地供给，促进产业融合。²⁷

(三) 交通减排的重要措施

交通市级详规层面的挑战主要分为 4 个方面：用地、客运、货运和新能源汽车配套设施。

功能混合的用地：

- 1) 合理控制新城新区的职住比例，促进就业岗位和居住空间均衡融合的用地布局
- 2) 在 TOD 模式下，对公交场站用地进行综合性开发，提高场站的用地容积率和土地的利用效率

场站的综合开发将成为缓解交通拥堵、提高土地利用效率、促进城市经济发展的有效手段。但现状公交场站综合开发普遍滞后，建设形式单一、未能有效利用场站资源。建议对公交场站进行分类，分析总结不同类别的公交场站的综合开发适宜性。在场站分类的基础上，将综合开发分解为空间布局和功能类型两方面，总结出不同类别的公交场站适合的开发模式，最后对公交场站的综合开发提出切实可行的技术路径。建议设定公交场站用地容积率为管控指标。

- 3) 规划便捷的社区生活圈，保障公共空间和社区公共服务设施的可达性

客运：

- 1) 增加轨道微中心或优化其空间布局

“轨道微中心”强调的是城市空间与轨道交通的充分融合以及接驳换乘的便利性。打造“轨道微中心”会涉及两方面的内容，一方面是针对既有站点周边空间城市设计的调整，在已经建设好的前提下，重新梳理各种业态，充分考虑周边居民更需要什么样的公共服务。另外一方面，对于还没有建设和正在建设中的站点，就应该完全按照一种全新的理念去进行设计和打造，需要更加复合多元、高效集约，使市民在完成日常通勤的

²⁷ 杭州市规划和自然资源局《关于进一步强化工业用地有效保障的通知》

同时，能够就近完成购物、娱乐等活动需求。建议明确轨道微中心数量。

2) 增加公共交通线网密度，设置公交专用道，提升公交分担率

建议设定公交线网密度、公交专用道总里程、轨道/公交站点 800 米半径就业岗位和居住人口覆盖率为管控指标。

3) 规划人性尺度的街区和街道，增加步行和自行车路网密度

建议设定社区公共服务设施 15 分钟步行可达覆盖率、路网密度和慢行路网密度为管控指标。

4) 规划城市绿道，优化路权配置，增加自行车/共享单车停放站点，提升慢行的品质和分担率

货运物流：

- 1) 合理规划社区配送服务站、智能快递柜等布局，优化配送路径
- 2) 在商业区、写字楼、住宅区、高校等人口密集、物资收发量大的区域，增加物流配送配套设施，包括货运车辆停车及卸货揽收的空间
- 3) 充分利用现有设施，规划一批用于临时集货、中转、接货的小型物流节点
- 4) 在重点消费聚集区规划公共集货分拨设施，鼓励商业集群、批发市场以及中心商业企业共同构建城市物流共同配送体系
- 5) 鼓励“农社直供”，由街道社区服务中心根据社区居民对粮、油、肉、禽、蛋、菜等农副产品的需求，由批发市场或第三方组织按照小区居民的需要进行定时定点直供配送，推广“社区蔬菜直通车”

新能源汽车配套设施：

- 1) 推进电动汽车充电设施、LNG 和氢能源站等低碳交通设施的布局规划

建议设定停车场的新能源汽车充电桩配置率(%)为管控指标。

(四) 建筑减排的重要措施

- 1) 明确规划单元内建设用地及建筑开发规模

确定详细规划内的建设用地总量，从源头减少因建设用地增加而产生的碳排放，同时结合各地块的功能布局与总体形态管控，确定规划单元内的开发建设强度区间指。在规划相关指标管控中将建设用地总规模作为重要刚性指标进行控制。

2) 对具有增量建设用地空间或建筑增量空间的单元，其增量空间在单元内总体统筹

针对城市空间的详细规划单元，可根据城市发展方向与需求转变，在限定城市建设空间总量的前提下，单元之前可置换、转移建设用地；同一单元内，不同地块的开发建设规模可根据具体发展特征需求进行调整。

3) 限制居住社区规模，控制街区形态指数，避免大街区空间

结合城市居住区规划设计标准、完整居住社区的建设要求，根据公共服务设施、绿地与开敞空间、生活性服务设施等设施分布情况，按照规范要求划定居住社区范围或街坊范围，规划出让土地结合社区与街坊建设要求提出现相关管控建设要求，避免大规模、大街区的建设。

4) 鼓励开发类用地兼容多种功能的建筑与设施，单一性质用地的建筑可兼容多重功能，并指定兼容功能的建筑面积比例区间

根据城市功能分布特征采用不同程度、不同方式地混合用地方式，引导土地集约高效利用。城市中心区、重要功能区与大容量公共交通运输节点应提高建设空间的横向、纵向、时空混合利用程度，明确单一性质用地应包含两种或两种以上跨地类的建筑与设施进行兼容性建设和使用，综合用地宜建设多种用地性质承载的建筑；单一用地的建筑主导功能根据所处城市区位明确占改建筑面积的区间值，其他建筑面积兼容相关服务功能。提高混合用地街坊占总街坊的比例。

案例专栏：深圳市土地复合利用的主要指标

- 一类居住用地、二类居住用地和三类居住用地，主导用途的建筑面积不宜低于总建筑面积的 70%；
- 城市主中心和副中心区域内商业用地，主导用途的建筑面积（或各项主导用途的建筑面积之和）不宜低于总建筑面积的 50%；其它区域商业用地，主导用途的建筑面积（或各项主导用途的建筑面积之和）不宜低于 70%；
- 科研用地，主导用途的建筑面积不宜低于总建筑面积的 85%；

- 普通工业用地和新型产业用地，主导用途的建筑面积（或各项主导用途的建筑面积之和）不宜低于总建筑面积的 70%。
 - 仓储用地，主导用途的建筑面积不宜低于总建筑面积的 85%。物流用地，主导用途的建筑面积（或各项主导用途的建筑面积之和）不宜低于总建筑面积的 60%。
- 来源：《深圳市城市规划标准与准则（2021年）》-深圳市人民政府

5) 探索建立控规层面更细致的用地性质分类，将用地用途与管控规则进行关联

城市可结合所处区位及城市发展阶段与发展要求，在国土空间用途管制的基础上，深化细化形成符合城市发展特征的用地用途，并针对各类用地用途提出对应重点管控指标与管控要求，设定对应下限或上限指标值。

案例专栏：纽约居住用地类型及其主要管控指标				
用地	功能类别	地块规则	容积率指标	其他指标
R1	独门独院住宅	-	0.5	空地率：150%
R2	单户独栋别墅	-	0.5	空地率：150%
R3	半独立式单户或双户住宅，4个及以下联排，通常2层	-	0.5	建筑密度：35%；限高：沿街墙21英尺，建筑35英尺
R4	4个及以下联排，通常3层	-	0.75	建筑密度：45%；限高：沿街墙25英尺，建筑35英尺
R5	3~4层联排住宅和小型公寓	-	1.25	建筑密度：55%；限高：沿街墙30英尺，建筑40英尺
R6	多种类型住宅的组合	高度系数规则	0.78~2.43 1-13层	空地率：27.5%~37.5%； 遵循向天空敞开的斜面规定
		优质居所规则	3.0 (WS1)、2.43 (WS2)、2.2 (NS)	建筑密度：街角地块80%，内部和贯穿地块65% (WS1)，60% (WS2、NS)；限高：裙房40~65英尺 (WS1)，40~55 (WS2)，30~40英尺 (NS)；总体70英尺 (WS1)，65英尺 (WS2)，55英尺 (NS)
R7	中密度公寓	高度系数规则	0.87-3.441~14层	空地率：15.5%~25.5%； 遵循向天空敞开的斜面规定
		优质居所规则	4.0 (WS1) 3.44 (WS2/NS)	建筑密度：街角地块80%，内部和贯穿地块65%；限高：裙房40~65英尺 (WS1)，40~60英尺 (WS2/NS)；总体80英尺 (WS1)，75英尺 (WS2/NS)
R8	高密度公寓	高度系数规则	0.94~6.02 1~17层	空地率：5.9%~11.9%； 遵循向天空敞开的斜面规定
		优质居所规则	7.2 (WS1) 6.02 (WS2/NS)	建筑密度：街角地块80%，内部和贯穿地块70%。限高：裙房60~85英尺 (WS1)，60~80英尺 (WS2/NS)；总体120英尺 (WS1)，105英尺 (WS2/NS)
R9	沿主要街道的高密度公寓	高度系数规则/ 塔楼规则	0.99~7.52 1~16层	空地率：1%~9%。 遵循向天空敞开的斜面规定
R10	位于商业区的最高密度公寓	塔楼规则	10.0	建筑密度：40%
		有裙房塔楼规则	10.0	建筑密度：30%~40%；限高：裙房60~85英尺
		优质居所规则	10.0	建筑密度：街角地块100%，内部和贯穿地块70%。限高：裙房125~150英尺 (WS1/WS2)，60~120英尺 (NS)；总体210英尺 (WS1/WS2)，185英尺 (NS)

来源：美国 zoning 区划条例中居住区的土地控制开发要求
——何朝东整理

6) 城市重要地区宜提高服务类用地与居住类用地混合比例

提高城市中心区、商业中心区、公共交通站点区域、产业单元内的邻里单元等城市重点功能区或服务区内单位平方公里范围内居住用地、公共管理与公共服务用地、商业服务业用地中的另类或三类混合用地的面积。

在各级城市中心区、商业与公共服务中心，鼓励二类居住用地与商业用地混合使用，建设融合住宅、商业与配套设施等综合用途的商住混合功能；鼓励建设轨道交通的城市轨道交通用地与商业用地、二类居住用地混合使用，立体利用轨道上盖空间，建设商业、

办公、旅馆、住宅与配套设施等综合功能体。

7) 因地制宜考虑直流电储备、地热泵建设等清洁能源设施用地空间

应结合太阳能、风能、生物质能、地源热泵等未来清洁能源在城区中的应用情况，充分考虑太阳能储能、生物质能储能、热泵系统埋管的敷设等设施用地空间需求，新建建筑在规划设计时应考虑预留能源储备空间。

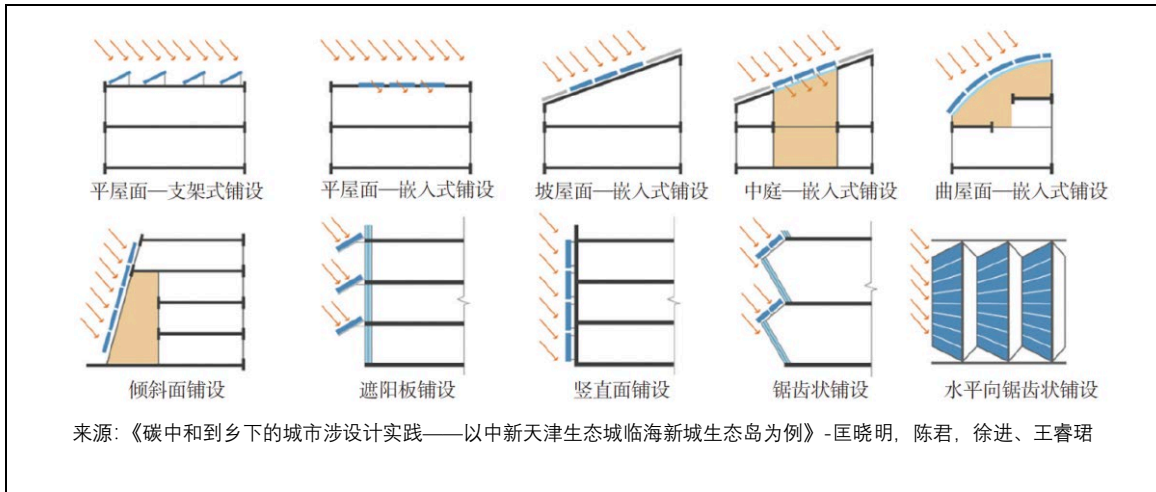
充分发挥电力在建筑终端消费清洁性、可获得性、便利性等优势，建立以电力消费为核心的建筑能源消费体系。夏热冬冷地区积极采用热泵等电采暖方式解决新增采暖需求。开展新建公共建筑全电气化设计试点示范。在城市大型商场、办公楼、酒店、机场航站楼等建筑中推广应用热泵、电蓄冷空调、蓄热电锅炉。引导生活热水、炊事用能向电气化发展，促进高效电气化技术与设备研发应用。规划建筑用能中电力消费比例超过55%。²⁸

8) 建筑设计应充分考虑可再生能源设施布局的可行性，为可再生能源利用提供承载空间

由于可再生能源的分布式、低能量密度与间歇性等特征，需要占用大量空间来进行能源的捕捉和储存，因此城区空间形态设计应充分考虑可再生能源设施布局的可行性。鼓励建筑群体布局考虑前排建筑对后排建筑的屋顶及立面的遮挡，采用南向单坡或者平屋顶等，提出新建建筑可用屋顶太阳能覆盖率、建筑立面光伏占建筑立面比例等相关指标，加强建筑里面光伏设施一体化的设计。如上海新城绿色低碳建设提出新建国家机关办公、学校、医院、工业厂房等建筑屋顶安装光伏发电的面积占以上建筑屋顶可利用面积的50%以上，新建商业、办公和居住建筑屋顶安装光伏发电设施的面积占可利用屋顶面积的30%以上²⁹。

²⁸ 中华人民共和国住房和城乡建设部《“十四五”建筑节能与绿色建筑发展规划》

²⁹ 《新城绿色低碳试点区建设导则（试行）》——上海市住房和城乡建设管理委员会



9) 合理控制地块开发建设强度，严格管控超高层、超大体量建筑建设

根据世界高层建筑学会(CTBUH)公布的数据，超高层建筑能耗比普通公共建筑高2~3倍，城市体量与高度超过一定规模后能源消耗将直线上升，根据城市建设规模及规划城市发展规模情况，在中小城市建设超大体量、超高层建筑需要进行必要性论证等。

10) 结合地方微气候特征，引导建筑空间形态布局，充分发挥建筑布局调节微气候作用

城市层面应采用大疏大密形式组织，以“中层中密度”为导向进行街区建筑群体开发建设，同时宜根据当地气候条件调整建筑间距、朝向以及进深等形态布局控制要求，丰富空间形态，引导适度紧凑的建筑形态，形成空气压力促进空间流动，改善局部微风环境。鼓励采用院落式与天井式建筑布局模式，建筑里面增加墙窗比，减少大玻璃。

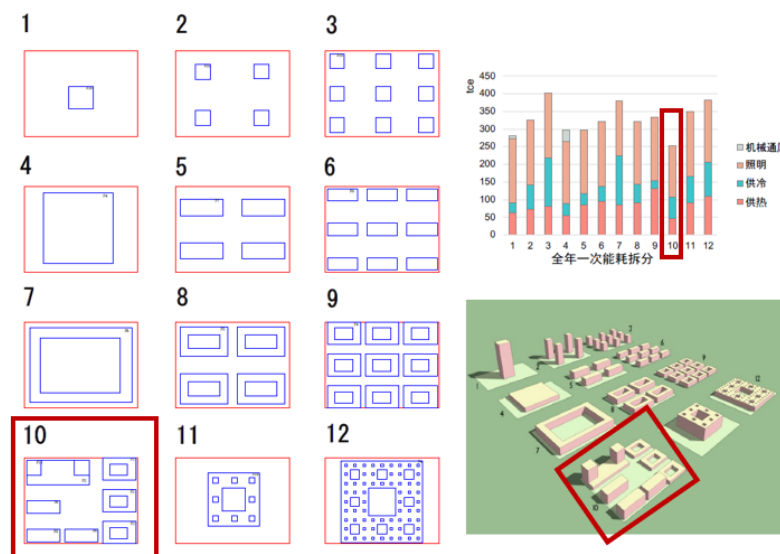


图 5-8 建筑体量与布局形态与能源消耗关系 (来源：何朝东)

11) 地下空间适建区范围内，划定重点建设区域，并结合地上空间用地情况明确

地下空间主导用途

地下空间宜采用分层、有序、集约的复合开发建设利用模式，地下 10 米以内的浅层地下空间应设置地下车库及人防设施、公共服务设施、人行与车行通道、商业街、直埋市政管线等功能；10m~30m 次浅层地下空间应设置综合管廊、市政设施、轨道交通场站、物流仓储设施、隧道等基础设施；30m 以下的次深层及 50m 及以下的深层地下空间可作为战略空间预留。

在满足公共设施、市政设施和交通设施的正常服务功能前提下，宜将商业综合体、物流仓储、集中式垃圾转运站、变电站、能源站、水厂、污水处理厂、快速交通干道、大型停车场、公交场站、地铁车辆段等设施地下化设置，为地面留出更多的城市绿地、广场空间和慢行街道空间，既能提供更大的绿色生态空间，提高生态碳汇，又能为居民提供更多安全、健康的休闲游憩场所。³⁰

将人流密集、便于疏散的功能空间设置于人流较少的功能空间之上，应设置地下交通设施、公用设施、防灾设施和燃放工程等；可设置地下公共服务设施、商业服务业设施和物流仓储设施等；不应设置养老、托儿、学校、活动中心及配套活动场地等功能。

12) 合理应用建筑信息模型（BIM）技术，提高 BIM 技术在建筑建设全生命周期

内的应用率

建设工程项目全寿命期可划分为策划与规划、勘察与设计、施工与监理、运行与维护、改造与拆除五个阶段。鼓励提升项目在全生命周期内使用建筑信息模型技术的建筑面积占城区总建设项目面积的比例。

13) 大力发展节能低碳建筑，推动规模化建造，建材循环利用

打造高品质、高标准的绿色建筑，提升新建建筑建设水平，从安全耐久、健康舒适、生活便利、节约资源、环境宜居等五个方面的绿色建筑性能维度，选择符合地方气候特征、地块特点及建筑类型的生态适宜绿色建筑技术。鼓励新建建筑采用星级绿色建筑标准建设，如上海新区绿色低碳建设要求新建民用二星级及以上绿色建筑比例为 100%，新建大型公共建筑执行绿色建筑三星标准比例为 100%，新建超低能耗建筑面积比例大

³⁰ 《雄安新区绿色城区规划设计标准》（征求意见稿）

于 25%³¹。

因地制宜的推进装配式建筑发展，积极推广符合装配式建筑特点的一体化设计理念，按照建筑类型，制定装配式结构，减少建筑建造过程中产生的能耗。提出新建建筑使用装配式建造方式建设比例、新建建筑中建筑单体预制率等相关指标。如住房和城乡建设部与国家发改委提出至 2035 年新建建筑中装配式建筑比例达到 40%以上³²。

鼓励使用具有“节能、减排、安全、便利、可循环”特征的建材产品，在预拌混凝土、预拌砂浆等方面，应全面应用获得标识的绿色建材；鼓励在技术指标符合设计要求且满足使用功能的前提下，选用建筑废弃物再生产品，推进建筑垃圾的资源化再利用。

(五) 废弃物处理减排的重要措施

1) 明确投放点、回收站、分拣中心的用地空间

2) 因地制宜结合社区生活圈和汽车专卖店布局新能源汽车动力电池等新型废弃物回收分拣点

联合汽车厂商、零售商店，建设新能源汽车回收网点，根据新能源汽车保有量，建设区域化拆解回收基地，推动新能源汽车动力电池的梯次利用和再生利用。

3) 合理安排快递复合包装回收节点的数量

在快递量大的地区，如居民区、高校附近设立快递包装回收站点。联手快递企业，在社区网点铺设回收箱和包装废弃物回收再利用装置，利用现有的菜鸟驿站、妈妈驿站、各快递点等现有正向物流的设施作为逆向物流的回收节点，如果驿站或快递点的业务能力已经饱和，也可在其附近新建回收节点。合理安排回收节点的数量，建立符合消费者行为倾向的回收组织与体系。

4) 灵活设立二手商品交易市场和交易区

5) 加强水资源再生循环利用，贯彻落实再生水利用率目标

6) 建成医疗机构全覆盖的医废运收体系，医疗废物集中处置率达到 100%

7) 加强生活垃圾资源化利用，城市生活垃圾资源化利用率不低于 65%

³¹ 《新城绿色低碳试点区建设导则（试行）》——上海市住房和城乡建设管理委员会

³² 《城乡建设领域碳达峰实施方案》——住房和城乡建设部，国家发展改革委

8) 生活垃圾收集站应按每 1~2 万人规划，收集站数量不应少于 1 座/km² 标准

(六)生态空间增汇的重要措施

1) 加强绿化率低线管控，设置最低绿化返还率，保障总绿量

政府可以出台相关法规和政策，明确规定城市绿化的最低标准和要求。这些政策可以包括对新建和改建项目的绿化要求，对土地使用的限制以及相应的奖励和惩罚机制等。建立绿化返还机制，要求开发商和房地产项目在建设过程中或者后期必须投入一定比例的资金用于绿化和生态修复工作。同时，要设定一个最低绿化返还率，确保每个项目都有一定的绿化覆盖面积。

2) 优化绿化空间的布局，增加垂直绿化

3) 建立垂直绿化的评估体系，将其作为绿地指标计入城市规划控制指标中

4) 增加开放空间的遮荫率

树木可以提供遮荫，并通过光合作用吸收二氧化碳，将其转化为有机物质并释放出氧气。选择本地适应性强的树种，并根据空间的大小和特点进行合理布局。除了树木，可以考虑在开放空间中添加其他绿色植被，如草坪、灌木和花卉。

5) 针对不同类型的绿地，通过优化乔木、灌木以及草坪配比，最大可能提高绿量，并提高本地适生植物应用占比

绿地建设中应增加乔木灌木种植比例，提高绿地碳汇效率，绿化空间内乔灌木占比不宜小于 70%。鼓励绿化用地内种植低成本低维护且适应当地气候和土壤条件的本地植物与本地适生植物，保障绿化用地空间的可持续性。

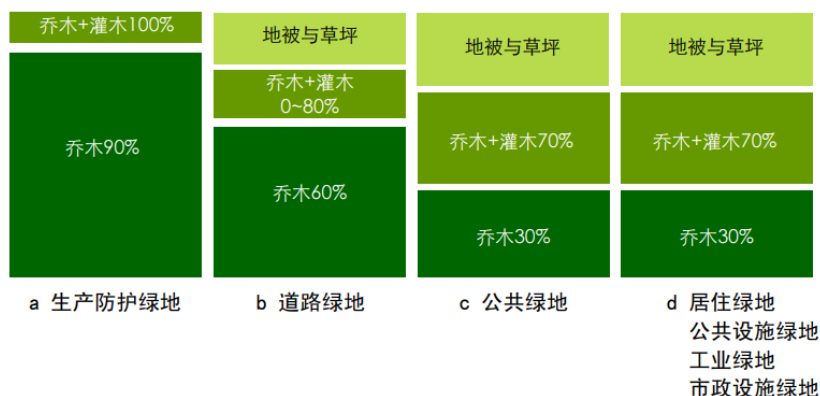


图 5-9 不同类型的绿地配比建议 (来源:《广东省低碳生态城市规划建设指引》)

7.7. 市级国土空间专项规划

(一) 工业减排的重要措施

1) 强化产业引导，编制产业用地指南并进行项目准入管理

充分发挥规划的产业引导作用，针对本地工业发展实际，编制产业用地指南，明确各类工业项目供地要求，建立项目准入机制，工业项目准入实施严格管理，控制高耗能、高排放项目用地，引导工业优化升级。

2) 定期更新和优化完善工业用地标准，在省级指导性指标基础上，细化完善市级“标准地”要求，推动工业用地 100% “标准地” 出让

3) 依据市级双碳目标，制定亩均工业用地碳排强度标准

4) 强调“亩产论英雄、效益论英雄、能耗论英雄、环境论英雄”，提升土地经济效益和碳产出效率

制定科学合理的土地经济效益和碳产出效率评价体系，全面提升工业用地的经济和环境效益，指导和约束工业用地供应及利用，如以单位面积产值增加值、税收作为经济效益核心指标，以单位面积碳排放量作为环境效益核心指标，并设定动态调整的阶段性考核目标要求。通过对土地综合效益的量化激励和约束，促使工业用地高效利用和碳减排目标实现。例如上海市提出，坚持“亩产论英雄、效益论英雄、能耗论英雄、环境论英雄”，提升单位土地经济承载容量和产出水平，推进产业空间治理。³³

(二) 交通减排的重要措施

1) 建立运输类、仓储类、配送类、物流园区类等低碳物流示范基地，鼓励其进行低碳化物流作业方式的探索和研究

2) 在日间交通压力较大的商圈推送夜间配送模式，避开日间高峰出行及交通限行等限制

³³ 关于上海市推进产业用地高质量利用的实施细则（2020 版）

(三) 建筑减排的重要措施

1) 鼓励各地结合地方气候特征，研究与本地气候条件适应的建筑布局模式与建筑形态，引导调节城市气候环境

我国包含北方地区、南方地区、西北地区和青藏地区四大地理区域，南北与东西跨度巨大，因而城市地理、气候等自然地貌环境差异较大。城市需根据自身地形地貌、气候气象等典型特征，通过技术手段研究出与本地气候高适应性的建筑布局方式与模式，从而引导环境改善。

2) 鼓励有条件的城市对城市建筑建设空间进行清洁能源设施（如太阳能光伏板）布局可能性研究，并结合研究编制既有建筑空间清洁能源设施布局专项规划

结合国家能源局整县（市、区）屋顶分布式光伏开发试点县建设的要求，在光能资源、地热资源等富集区域研究相关设施布局的原则、布局方式、布局场所等，全方位提高清洁能源设施的布局可能性和清洁能源使用率。

(四) 废弃物处理减排的重要措施

1) 科学开展固废综合协同处置，推广园区化建设模式，探索余热多园化利用，加强垃圾焚烧项目与已布局的工业园区供热、市政供暖、农业用热等衔接联动

推广园区化建设模式，在具备条件的县级地区建设静脉产业基地，鼓励开展辖区内生活垃圾与农林废弃物、污泥等固体废物协同处置，实现处理能力共用共享，提升项目经济性。对没有焚烧处理能力的县级地区，可在确保稳定处理的基础上按照相关政策要求利用水泥窑协同处置生活垃圾。³⁴

2) 提升新型废弃物的回收和利用，如新能源风机叶片

3) 加强对现状建筑废弃物材料的再利用，核算建筑废弃物消纳量、构建建筑废弃物分类排放指数、提升建筑废弃物回收利用指数

³⁴ 国家发展改革委等部门关于加强县级地区生活垃圾焚烧处理设施建设的指导意见

7.8. 县级国土空间总体规划

(一) 工业减排的重要措施

- 1) 确定工业用地保护、发展、控制目标和要求，划定工业发展红线
- 2) 提出农村产业在县域范围统筹布局的引导要求，规模较大、工业化程度高、分散布局配套设施成本搞高的产业项目要进产业园区

合理引导县域内农村产业的空间布局，以产业园区为主要方式统筹规划规模较大、工业化程度高的产业发挥集聚效应。例如周宁县提出，对全县工业用地利用和园区发展进行分类管控，划定工业集中发展控制线。并对各工业园区的产业选择、空间布局（具体工业项目用地范围由园区控制性详细规划深化落实）等做出安排，为各工业区环评、招商引资、相关规划编制提供参考。³⁵

- 3) 具有一定规模的制造业要向县城或有条件的乡镇城镇开发边界内集聚

根据县城及重点集镇的工业承载能力，提出明确的产业布局思路，引导规模化工业的集群化发展，以发挥集约化效益。例如海盐县提出保障工业用地空间，统筹全县工业集中区产业布局，修订完善工业集中区产业发展规划，加快生产要素向主平台、特色园区和优势产业集聚。³⁶

(二) 交通减排的重要措施

- 1) 加强城乡公交一体化规划建设
- 2) 加强慢行基础设施建设和慢行环境提升
- 3) 规划县域综合物流园区，实现县乡村三级上下行间的物流往来服务，通过协同作业实现物流/快递统仓共配
- 4) 规划冷链物流基地建设

³⁵ 《周宁县县域工业空间布局规划》

³⁶ 《海盐县工业经济高质量发展“十四五”规划》

(三) 建筑减排的重要措施

1) 鼓励位于生态功能区、农产品主产区的县进行建设用地减量化发展模式

农产品主产区以提供农产品为主体功能，也提供部分生态产品、服务产品和部分工业产品，需要把增强农业综合生产能力作为发展的首要任务，限制进行大规模高强度工业化城镇化开发，对建设用地利用粗放、人口持续减量化发展地区，建议参与区域耕地占补平衡制度，进一步强化该类地区的农业产业体系。

生态功能区是以提供生态产品为主体功能的地区，也提供一定的农产品、服务产品和工业品，不具备大规模高强度工业化城镇化开发的条件，必须把增强生态产品生产能力作为首要任务，限制大规模高强度工业化城镇化开发，引导重要生态功能区建设空间逐步退出向县城或重点乡镇集中，提高建设用地集中度与土地利用效率。

2) 按照国家及省相关要求合理控制县城整体开发建设强度，引导县城低碳化、绿色化发展

县城建成区人口密度应控制在每平方公里 0.6 万至 1 万人，县城建成区的建筑总面积与建设用地面积的比值应控制在 0.6 至 0.8。限制县城民用建筑高度，新建建筑以 6 层为主，6 层级以下建筑面积占比应不低于 70%，县城新建建筑要落实基本级绿色建筑要求，鼓励发展星级绿色建筑。加快推行绿色建筑和建筑节能节水标准，加强设计、施工和运行管理，不断提高新建建筑中绿色建筑的比例³⁷。

(四) 生态空间增汇的重要措施

1) 在非建设用地区应扩大林地面积，保护低承载力草地和湿地，恢复退化土地

扩大林地面积是增加碳汇的关键。可以通过禁止非法砍伐、实施可持续林业管理、植树造林和森林再生计划来实现。湿地是重要的碳汇，可以通过保护湿地生态系统、恢复湿地植被和水域以及减少湿地的排放来增加碳汇。湿地的保护可以通过制定法律法规、加强管理和监测以及开展公众教育来实现。草地是另一个重要的碳汇，特别是低承载力草地。采取可持续的放牧管理、恢复退化的草地植被和土壤以及推广草地保护农业实践，可以帮助增加碳汇。对于退化土地，采取土地修复和再生措施可以增加碳汇。这包括采用合适的土地管理实践，如水土保持、有机肥料的使用、旋耕和植被恢复。

³⁷ 《住房和城乡建设部等 15 部门关于加强县城绿色低碳建设的意见》，住房和城乡建设部等 15 部门

7.9. 县级国土空间详细规划

(一) 工业减排的重要措施

1) 严格规范土地利用方式，明确工业用地标准如容积率、建筑系数、绿地率等关键控制性指标

2) 明确本地生态环境保护发展目标，明确提出工业用地碳排放约束条件

根据本地生态环境现状和保护目标，研究确定工业项目的碳排放约束条件，如碳排放限额或碳排放权要求等，强制落实到项目准入和运营全过程，实施科学管控。

(二) 建筑减排的重要措施

1) 整体采用“中层中密度”为导向进行街区建筑布局与形态考虑

单位建筑能耗随建筑高度的变化呈“U”型分布，相关研究表明 7000~12000 平方米的中等体量建筑的单位能耗较低，因此“中层中强度”是较好的低能耗的建筑形态布局³⁸，同时优化城市用地填充度，控制街区规模及其形态指数。

7.10. 县级国土空间专项规划

(一) 工业减排的重要措施

1) 在上级“标准地”指导下确定县级标准地出让的区域性指标（包含可向下传导的核心强制性指标以及弹性指标）

2) 依据上级政府制定双碳目标任务确定县级目标实现阶段及阶段目标，以此为依据制定亩均工业用地碳排强度国家标准

3) 提升单位土地经济承载容量和产出水平，推进产业空间治理，制定单位工业增加值碳排强度、亩均税收等供地及评价标准

³⁸ 上海低碳街区的技术实践-以数字江海低碳总控为例；林辰辉，中国城市规划设计研究院上海分院

7.11. 乡镇级国土空间总体规划

(一) 工业减排的重要措施

1) 落实市、县级国土空间总体规划划定的工业用地控制线及各类管控边界

2) 工业园区严格工业项目环境准入，防止城市和工业污染向农村转移

要求工业园区按照乡镇环境容量制定项目准入标准，对高耗能、高排放项目设置限制性条款，通过准入审批严格管控入园项目。同时要强化项目运营环保监管，定期核查排放，杜绝超标排放等环境违规行为。例如广东省提出加快实施村镇工业集聚区升级改造攻坚行动，“关停并转”一批村镇工业集聚区，升级改造后土地规模较大、产业发展基础较好的村镇工业集聚区可规划建设省产业园。各地应合理划定工业用地控制线，并纳入详细规划予以落实。

39

3) 优化国土空间布局，引导碎片化低效产业用地及不符合村镇国土空间规划的产业用地有计划的退出，空间化零为整腾挪至开发区或业集中区内

研究乡镇碎片化和低效用地的集约化改造方案，采取置换、收储、整理等方式，将分散用地整合到集中发展区，形成合理的产业布局。提供改造支持政策，确保规划用地退出和整合。严格控制新增低效用地，优化空间布局，实现土地高效集约利用。如东县提出针对村镇地区不符合镇村布局规划和实用型村庄规划且较为碎片化的低效产业用地，制定相关政策，引导有计划地退出，将空间“化零为整”腾挪至开发区或工业集中区（工业园区）内。

4) 允许置换土地后连片改造，支持连片混合开发

(二) 交通减排的重要措施

1) 基于“工业品下乡，农产品进城”的双向流通性，合理规划城乡物流配送中心、配送站和配送点的选址，破解农村物流“最后一公里”难题

2) 对于特殊地形区域，如山水相阻车辆不能进入的农村地区，提前谋划“无人机-车辆”联合配送的用地需求

³⁹ 广东省人民政府办公厅印发关于深化工业用地市场化配置改革若干措施的通知

(三) 废弃物处理减排的重要措施

1) 建立以村级回收网点为基础、县域或乡镇分拣中心为支撑的再生资源回收利用体系

在农村回收网络布局中，深入推进“两网融合”，按照“一镇一站、一村一点”的网络布局，健全农村再生资源收运体系，形成“户粗分、村收集、镇转运、县（市、区）处理”的回收处理体系。探索总结分类投放、分类收集、分类运输、分类处置的农村生活垃圾处理模式，确保垃圾“零增长”。

2) 促进“种养加循环、一二三产融合”发展，促进农村废弃物的回收利用

全面推进农业农村废弃物资源化循环利用为突破，促进“种养加循环、一二三产融合”发展，促进农业农村厨余垃圾等废弃物无害化处理、资源化利用。根据村镇实际，探索废弃物循环利用方式，通过堆肥、共生等模式减少农业生产垃圾生产量，合理规划生态堆肥场地等设施。

3) 倡导绿色生活和绿色生产，从源头减少农村废弃物产生量

7.12. 乡镇级国土空间详细规划

(一) 工业减排的重要措施

1) 合理划定工业用地控制线，并纳入详细规划予以落实

(二) 建筑减排的重要措施

1) 农村单元社区内，新建农房鼓励采用绿色农房建设标准，充分考虑地方气候条件，最大化利用自然采光通风，优先采用本地化建筑材料

充分利用既有保留建筑，以低碳方式进行乡村建筑设计与建设，减少对环境的破坏，实现以古为新的风貌重塑。建筑设计充分借鉴传统古民居自然采光、通风和自遮阳的做法，加强与自然环境互动。

最大化利用场地原有的材料进行建造，沿河商业街、广场及巷道应用丰富的本地乡土石材。结合规划实际，尊重村民的居住习惯，最大限度地实现了乡村住宅与自然的紧密结合，进行低碳安置房建设。

(三) 废弃物处理减排的重要措施

1) 加强易腐烂垃圾就地处理和资源化利用，以乡镇或行政村为单位建设一批区域农村有机废弃物综合处置利用设施

在推进农村生活垃圾分类减量与利用的过程中提出，协同推进农村有机生活垃圾、厕所粪污、农业生产有机废弃物资源化处理利用，以乡镇或行政村为单位建设一批区域农村有机废弃物综合处置利用设施，探索就地就近就农处理和资源化利用的路径。⁴⁰

⁴⁰ 农村人居环境整治提升五年行动方案（2021—2025 年）

8. 面向“双碳”的实施保障相关策略建议

首先，在全国层面，应 1) 建立碳源碳汇动态监测与管理体系统；2) 建立碳相关的基础数据接口，统一规范碳排放、碳汇核算方法与标准；3) 建立碳资产管理体系，利用碳交易市场提升国土空间开发利用效率。

其次，在省市县级层面，应 1) 开展各省市县的碳平衡研究分析，通过治理分区的划分采取差异化的低碳空间规划模式⁴¹；2) 在国土空间规划“双评价”和环境影响评价中融入碳指标；3) 通过碳模拟，对不同规划策略的减碳固碳潜力定量化评估，以有效支撑规划决策和项目优选；4) 完善相适应的土地供应模式及规划许可审查制度，以审核管控申报项目对低碳的响应。

针对市县级国土空间详细规划，除了要通过碳模拟，对不同规划策略的减碳固碳潜力定量化评估以外，还要实施详细规划全流程的数字化管理，加强详细规划监督运行平台建设，对规划批后实施做好动态跟踪和预警监测，保障详细规划的全生命周期管理。在规划许可环节，可考虑把社区建筑总能耗纳入规划设计审批流程，并要求新建社区增加能源需求计算，对电、水、气、热耗能情况实时监测并公开数据。最后，为统计每个社区的人均碳排放量，可把“碳表”合并到目前已有的电表上，碳表可利用分时分区的排放因子监控等模型来测算出每户的用电碳排放量。

另外，针对工业领域的减排挑战，应优化存量工业用地转型机制以及产业用地全生命周期绩效监管。针对农业领域的减排挑战，则应考虑以分区管理和负面清单为抓手，建立高质量农田动态管理工具²⁰。

⁴¹ 张赫, 王睿, 于丁一, 蹇庆鸣, 彭竞仪, & 张建勋. (2021). 基于差异化控碳思路的县级国土空间低碳规划方法探索. 城市规划学刊.

9. 面向双碳的国土空间规划标准体系的建议

为了建立完善的国土空间规划标准体系，课题对已发布的标准文件进行分析，梳理其是否对减碳增汇的7个领域有全覆盖的措施，并提出需要增补的标准文件。

已发布规划编制类标准有5项，主要覆盖省市级的总体规划，针对详细规划的编制指南还没出台，这5项标准均对各领域的减碳增汇目标有一定描述，但缺乏深度研究，尤其是能源领域的减碳策略较少。在已发布的文件里，《国土空间规划城市设计指南》缺乏对能源和工业的低碳策略。《省级国土空间规划编制指南》和《市级国土空间规划编制规程》虽然有全覆盖，但对双碳目标的反映还需要进一步加强，并结合本课题研究提出具体修订建议方向。而《都市圈国土空间规划编制规程》和《社区生活圈规划技术指南》在区域和社区尺度上提及了低碳规划的措施，但数量较少。另外，已发布的实施保障类标准也有5项，但均没涉及到碳排碳汇的评估。待发布规划编制类标准1项，主要针对城市更新空间单元；待发布实施保障类标准4项，均跟双碳目标的关联性较弱。

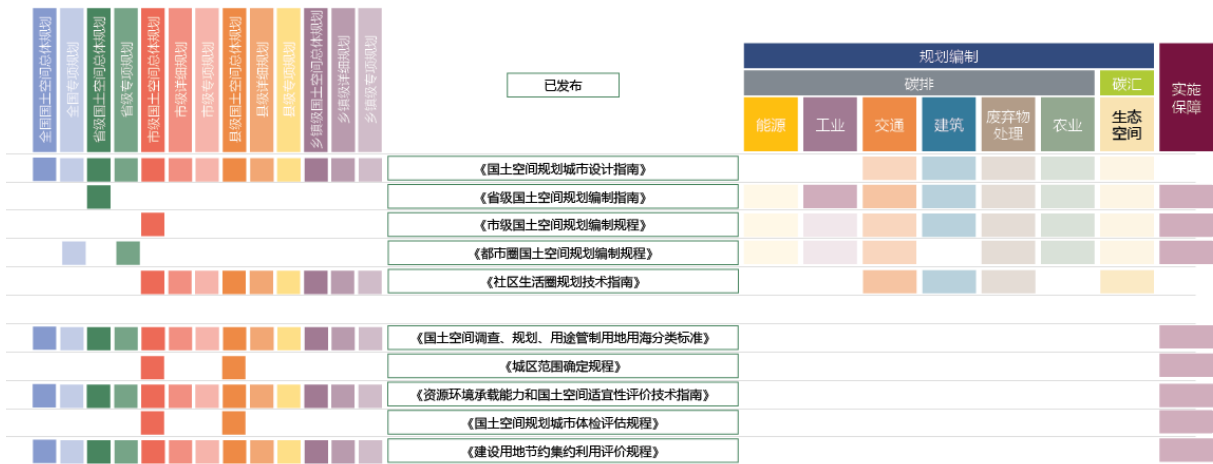


图 9-1 自资部已发布的标准文件分析



图 9-2 自资部待发布的标准文件分析

对于正在编制中的《城市更新空间单元规划编制技术导则》，建议抓紧时机将双碳的技术要求融入其中，例如工业用地的用途转换机制与要求、绿化返还率、绿色建筑等方面。

针对规划编制类标准对双碳响应的缺口，建议新编5项综合标准和11项专项标准。总体规划类别中，建议增补《县级国土空间总体规划编制指南》和《乡镇级国土空间总体规划编制指南》以完善减碳增汇各级规划措施体系。详细规划作为下一步工作的重点，建议重点编制《国土空间详细规划编制指南》并强调“碳排碳汇”相关指标的重要性，区分刚性、弹性指标要求等。另外，针对以城市设计为引导的规划，建议新增《低碳城市设计指南》，提供低碳设计的原则和技术要求；针对商业园区、工业园区等，建议新增《园区低碳规划设计标准》。

在专项规划类别中，针对能源和废弃物处理领域的减排工作，建议新增《新能源基础设施规划技术指南》、《新型废旧物资循环利用体系规划设计指南》和《再生资源加工利用产业基地规划编制导则》，分别提出新能源和废弃物处理基础设施用地的规模和布局要求，保障其用地需求；对于交通领域的减排工作，建议新增《城市群和都市圈综合交通体系规划标准》、《轨道微中心规划设计指南》、《公交场站综合开发利用规划设计指南》、《城市道路慢行系统、绿道与滨水慢行路融合规划设计标准》、《新能源汽车充电基础设施规划设计标准》和《低碳物流空间布局及配送网络设计优化指南》以解决城际通勤、混合用地、客运以及物流货运等的减排挑战；对于农田领域的减排工作，建议新增《都市现代绿色农业专项规划编制导则》，探索更多都市农业的可能性。

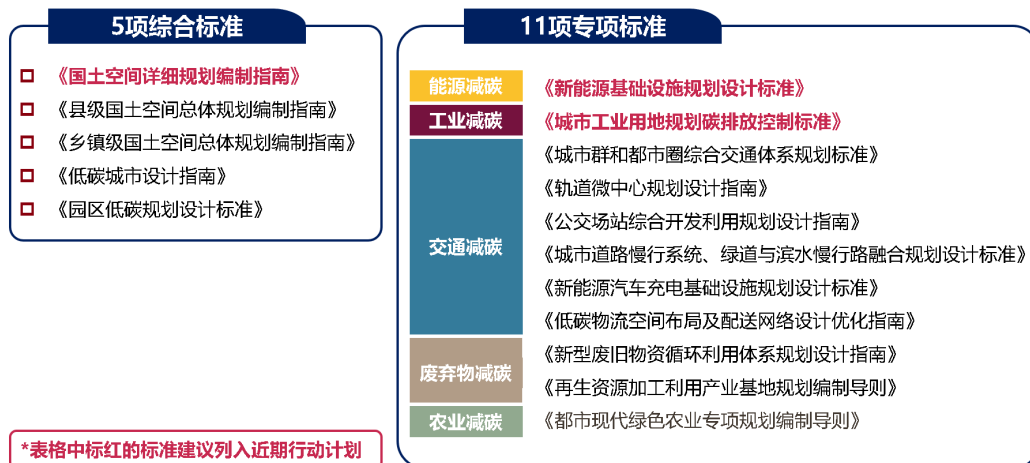


图 9-3 规划编制类建议新增的标准

在实施保障类中,建议修订3项本标准,包括在《国土空间规划城市体检评估规程》中增加对规划实施后碳排碳汇的动态跟踪,在《资源环境承载能力和国土空间开发适宜性评价技术指南》增加碳相关指标,在《建设项目用地预审管理办法》中增加对低碳的响应,如将社区建筑总能耗纳入规划设计审批流程。另建议新增4项标准,包括《国土空间规划碳排放影响评价技术指南》、《国土空间碳源碳汇动态监测与管理规程》、《产业用地全生命周期管理规程》和《农田分区动态管理规程》,以确保规划目标的落地和实施。

建议修订的3项标准	建议修订的内容/方向
《国土空间规划城市体检评估规程》	增加对规划实施后碳排碳汇的动态跟踪
《资源环境承载能力和国土空间开发适宜性评价技术指南》	增加碳相关指标
《建设项目用地预审管理办法》	增加对低碳的响应,如将社区建筑总能耗纳入规划设计审批流程

建议新增4项标准

- 《国土空间规划碳排放影响评价技术指南》
- 《国土空间碳源碳汇动态监测与管理规程》
- 《产业用地全生命周期管理规程》
- 《农田分区动态管理规程》

*表格中标红的标准建议列入近期行动计划

图 9-4 实施保障类建议修订和新增的标准

9.1. 近期行动建议

最后,课题组提出把《国土空间详细规划编制指南》、《新能源基础设施规划设计标准》、《城市工业用地规划碳排放控制标准》、《国土空间规划城市体检评估规程》、《资源环境承载能力和国土空间开发适宜性评价技术指南》和《国土空间规划碳排放影响评价技术指南》纳入到近期的行期计划中,下面将解释这几个需近期重点研究出台的标准,其编制目的、拟解决的问题、重要抓手、核心对策和指标分别是什么。

(一) 建议新编《国土空间详细规划编制指南》

《国土空间详细规划编制指南》编制的原因

以总体规划为核心的国土空间总体规划“上半场”已进入收尾阶段,详细规划是延续总体规划要求,落实国土空间总体规划管控要求的重要手段,也是国土空间总体规划体系中的重要一环,实现纵向到底、横向到边规划管控的重要载体。2019年5月,中共中央、国务院发布《关于建立国土空间规划体系并监督实施的若干意见》(中发[2019]

18号),明确“详细规划是对具体地块用途和开发建设强度等作出的实施性安排,是开展国土空间开发保护活动、实施国土空间用途管制、核发城乡建设项目规划许可、进行各项建设等的法定依据”。2023年2月23日自然资源部印发《关于加强国土空间规划详细规划工作的通知》(自然资发〔2023〕43号)标志着国土空间规划接下来将进入以详细规模为重点的“下半场”。

详细规划作为中间层次的规划,向上衔接总体规划,向下面向规划实施,是指导和

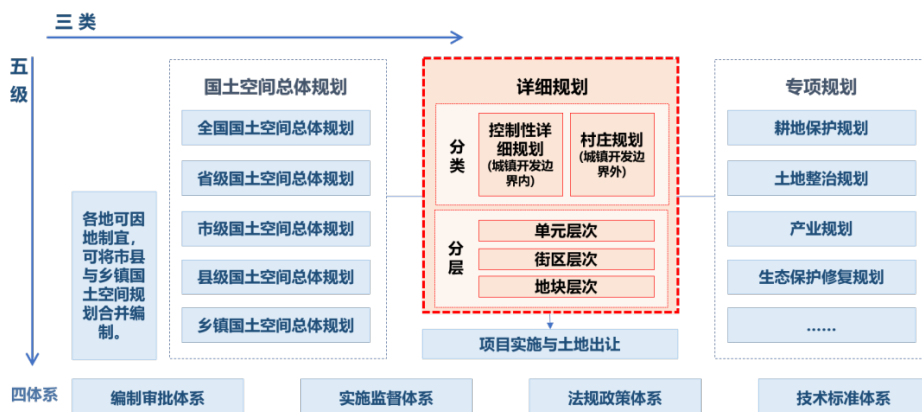


图 9-5 国土空间规划传导体系示意图

约束城镇开发边界内土地用途及管控的重要手段。城镇建设区是碳排放的主要来源区域,将“双碳”理念全面融入详细规划的目标体系、决策体系及保障体系中,可充分发挥详细规划在降碳增汇方面的统筹引领作用,引导城市低碳开发。

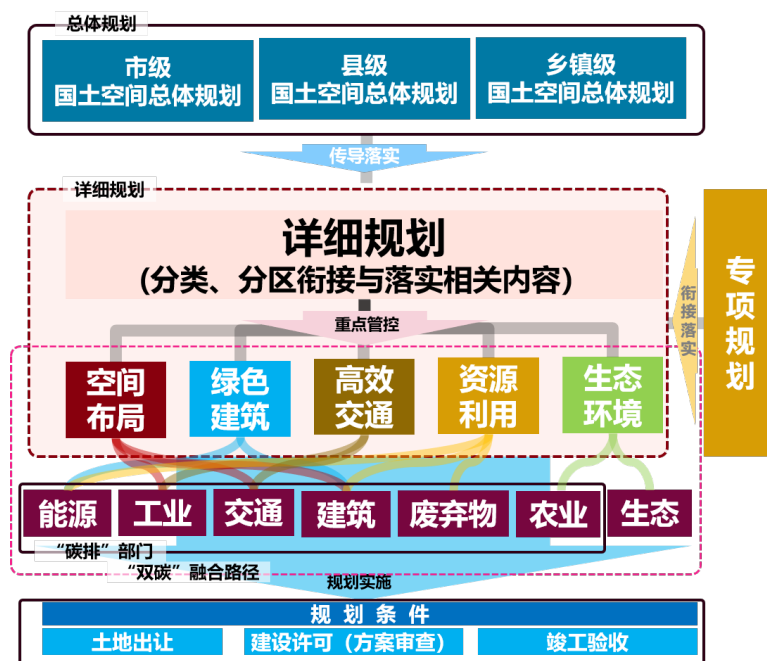


图 9-6 详细规划管控要素与国土空间规划、碳排放部门、碳汇部门的关系示意图

《国土空间详细规划编制指南》拟解决的难点与要点

本标准旨在城镇开发边界内通过制定各类要素的管控与引导建设要求市县城镇建设领域层面的双碳目标。

我国现行详细规划制度分为控制性详细规划和修建性详细规划，随着修建性详细规划审批制度的取消，其作为独立层次的规划编制和审批的必要性不复存在。详细规划作为落实总规意图、直接指导城镇建设、辅助城镇管理的重要法定规划，编制管理及实施应用中的不足日益显现，主要包括：1) 原详细规划重点聚焦在城镇建设地区，对非建设空间的管理不足，无法满足现阶段全域全要素用途管制要求，城镇开发边界周边城乡交错地带建设失衡问题应如何解决；2) 修建性详细规划的取消，导致从规划至实施层面出现断层，原详细规划技术内容偏于蓝图式、主观化，对空间品质和建筑设施的引导偏于宏观性，精细化程度不足，抽象指标落实较难；3) 城市由外延式扩张发展专项内涵式品质提升发展模式，如何城市建设用地效率、空间品质提升成为未来发展的重要目标；4) 如何解决上下位规划、相关专项规划的“衔接痛点”，保障规划高效运行与实施性成为未来需要重点解决的问题；5) 规划编制完成后，如何持续引导城市低碳运行，保障“双碳”策略实施成为管理方面重点。

拟解决的问题	解决方法
基于双碳目标的全要素管控： 如何解决城镇实体边界周边城乡交错地带建设失衡问题？	由建设空间延展至城镇开发边界全域要素管理，分区分类细化用途管制 城镇建设空间强调人的生产生活需求，引导低碳生活；非建设空间加强对生态要素引导与管控，提高碳汇能力
基于双碳目标的空间设计引导： 如何解决规划与实施之间的“断层”问题，引导抽象指标具体落实？	按照上位要求，结合不同编制单元特征与需求，结合“双碳”深化设计内容，提出下一步强制或引导条件 强调空间设计成果纳入成果附件同步审批的必要性
基于双碳目标的用地功能布局： 如何提高城市空间利用率，提升空间整体品质	合理利用增量空间，多元化方式盘活存量，突出空间资源高效利用 引导规范地下空间建设，推动城镇空间复合利用
基于双碳目标的规划成果衔接： 如何解决上下位规划传导、相关专项规划的“衔接痛点”，提高规划的实施性，保障规划高效运行？	因地制宜，形成“片区+单元+街坊（地块）”的分层分级编制手段，增加编制层次，降低技术成本 规划成果纳入国土空间基础信息平台 and “一张图”实施监督系统
基于双碳目标的实施保障： 如何持续引导城市低碳运行发展？	定期开展规划实施成效评估，结合碳排放指标情况明确下一步规划重点方向

图 9-7 《国土空间详细规划编制指南》拟解决的难点与要点

针对以上提出问题，本指南需要从规划编制原则、规划管控要素、管控要素重要管控内容、规划成果数据、后期实施保障等方面提出对应策略。首先管控要素从城镇建设空间延展至城镇开发边界内全要素管理转变，分区分类细化用途管制，明确城镇建设空间要强调人的生产生活需求，非建设空间要加强生态要素引导与管控。空间精细化设计管理方面需要结合详细规划编制层次，根据不同编制单元的特征与需求，结合规划层次

细化规划管控要求。用地布局方面则强调要合理利用增量空间，新增建设用地优先用于城市公共管理与公共服务设施等支撑保障城市运行的设施，通过多元方式盘活存量建设用地，提高土地的混合利用程度，规范地下空间建设，推动城镇空间复合利用。规划成果衔接方面则需因地制宜形成“片区+单元+街坊（地块）”的分层分级编制手段，增加规划编制层次，提高规划编制水平，降低技术成本。实施保障方面则将规划成果纳入国土空间基础信息平台与“一张图”实施监督系统，定期与按需开展详细规划单元的规划实施评估，结合“双碳”发展目标提出下一步规划重点方向。

《国土空间详细规划编制指南》融入“双碳”目标的重要抓手

结合“双碳”目标，在编制《国土空间详细规划编制指南》时，建议通过明确核心抓手，提出针对性策略，制定相关管控指标实现降碳增汇目的。《国土空间详细规划编制指南》的核心抓手包括空间布局、绿色建筑、资源利用、高效交通、生态环境 5 大部分。其中，空间布局又包括 空间形态、开发强度、混合用地、TOD 模式等方面，重点是结合城市功能布局，提高土地利用效率与土地混合利用程度；绿色建筑应从建筑布局和设计两个维度去考虑，需重点考虑清洁能源设施（直流电储备、地热泵建设等）用地空间与立体建设空间的利用；资源利用主要涉及能源利用和资源循环，包括社区微电网设计和新能源汽车动力电池新型废弃物回收分拣点的布局等；高效交通包括公共交通、慢行、物流配送设施和充电设施等方面，强调慢行空间路网密度、停车充电设施及终端物流配送空间的布局优化；生态环境——主要从蓝绿空间与农林空间入手，蓝绿空间强调增加平面、立体层面的绿化覆盖率，并将其纳入规划管控指标；农林空间重点强调总量管控与平衡。

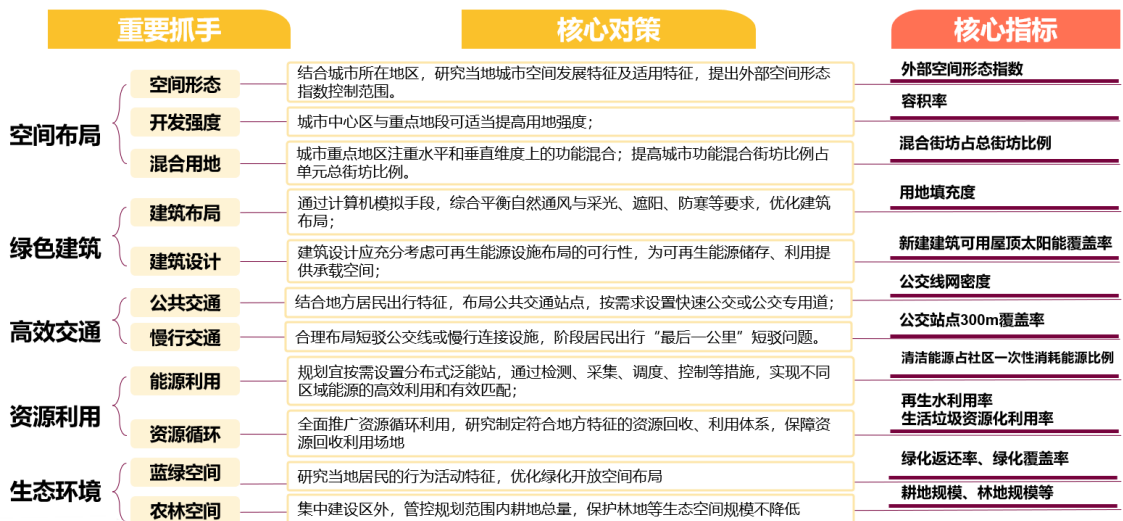


图 9-8 《国土空间详细规划编制指南》的重要抓手、核心策略与指标

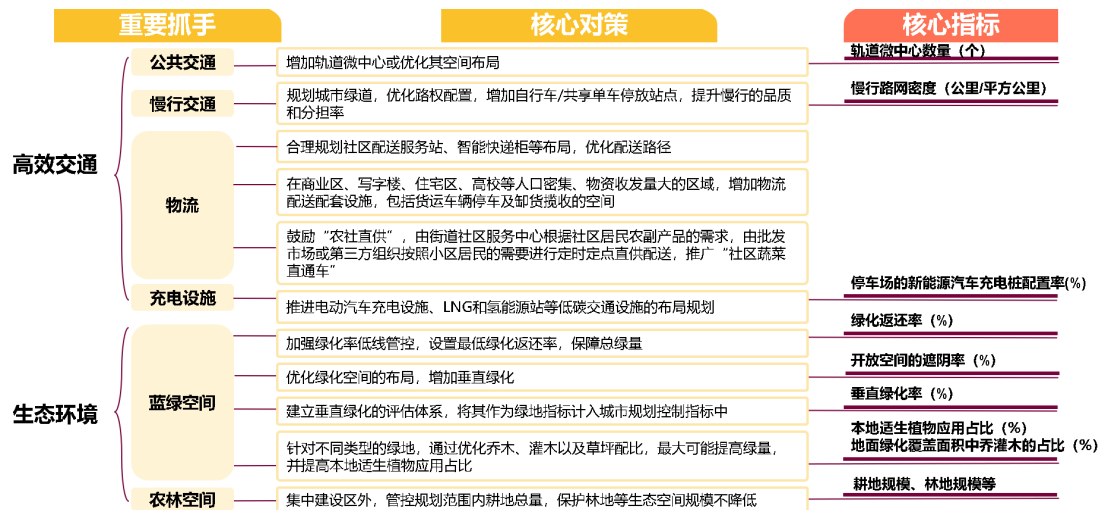


图 9-9 《国土空间详细规划编制指南》的重要抓手、核心策略与指标

(二) 建议新编《新能源基础设施规划技术指南》

《新能源基础设施规划技术指南》旨在通过保障新能源开发用地的需求与引导新能源基础设施的用地布局, 确保新能源生产、传输和消费的高效协调。

《新能源基础设施规划技术指南》拟解决的难点与要点

对应新能源开发用地约束和保障的问题, 应 1) 建立标准化的新能源选址框架, 科学评价新能源开发项目的生态环境影响和效益; 2) 着重研究如何设定具有约束力的“区域指标”, 分解新能源土地利用总目标, 结合碳指标交易、生态补偿机制建设等; 3) 制定光伏治沙等生态修复类新能源项目的设计、施工和运维标准规范; 4) 研究农光互补、牧光互补、渔光互补等光伏复合项目的用地模式, 确立允许范围、技术要求和用地政策。

对应如何确定和优化新能源开发用地适宜区及合理用地规模与布局, 应 1) 结合现状用地情况, 测算风电、光伏发电等新能源设施用地规模, 提出用地适宜区域, 绘制新能源供应用地潜力资源分布图; 2) 研究蓄能、储能、调峰、分布式能源站等新型能源基础设施的布局和设计标准。

《新能源基础设施规划技术指南》融入“双碳”目标的重要抓手

该指南应从区域、城市和社区三个层面分别去探讨。区域层面的抓手是缓解用地约束和统筹设施用地及走廊, 建议设定省级新能源发电项目用地面积比例(%)和明确大型风光电基地数量; 城市层面的抓手是分布式能源站的布局要求; 社区层面的抓手是微电网设计, 建议把社区内可再生能源配比(%)纳入管控评价指标中。

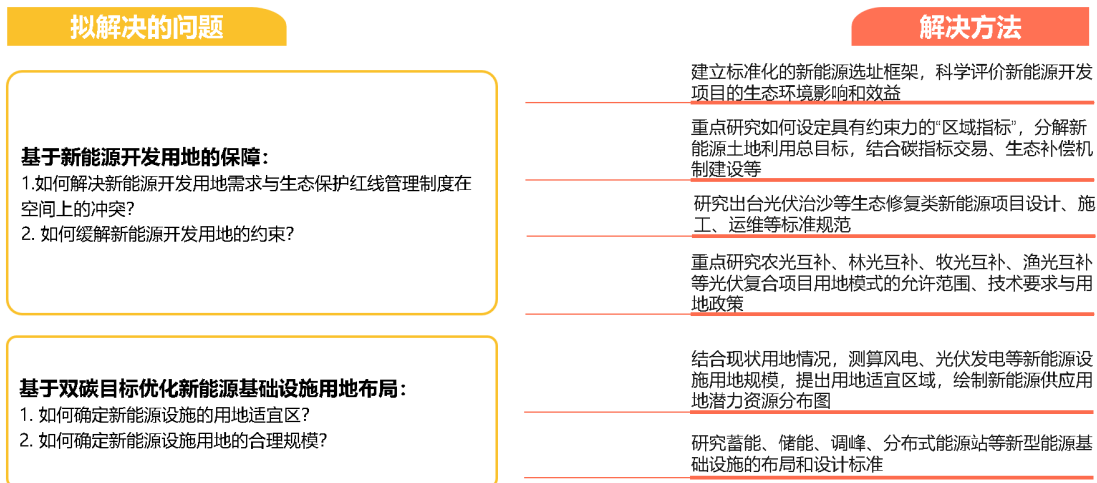


图 9-9 《国土空间详细规划编制指南》拟解决的难点与要点

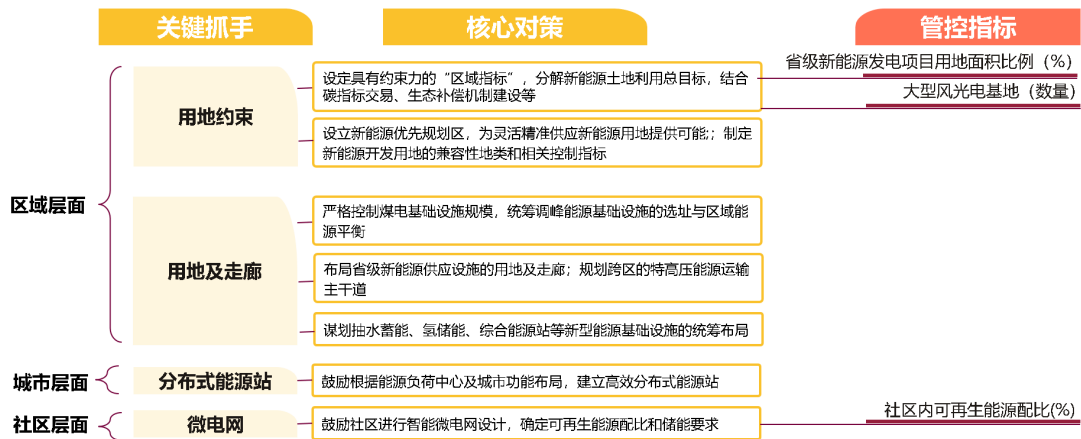


图 9-10 《国土空间详细规划编制指南》的重要抓手、核心策略与指标

(三) 建议新编《城市工业用地规划碳排放控制标准》

《城市工业用地规划碳排放控制标准》编制的原因

为切实可行地完成“双碳”目标, 引导工业用地高质量低碳发展, 聚焦城市层面编制《城市工业用地规划碳排放控制标准》利用城市战略部署、政策制定、数据统筹方面优势, 使城市成为工业碳减排的有利平台。当前从空间领域影响工业碳排放, 受多主体、多类型、多标准错综复杂的关系影响影响, 并且缺乏工业用地的碳排特征总结, 对工业用地碳减排潜力认识不清, 难以实施差异化管控; 缺乏量化的碳排放控制指标, 制约了排放管理的操作性; 标准的动态调整机制不健全, 因此, 编制控制标准要系统开展各类工业用地碳核算, 提出差异化管控策略, 建立定量指标体系, 形成动态调整机制, 以提高标准对用地低碳发展的指导效果。通过控制标准的制定, 可以科学引导工业用地的选址布局、项目准入、技术应用等各方面工作, 有效降低单位产出碳排放, 使工业用地秩序

化、低碳化、高效化发展。

《城市工业用地规划碳排放控制标准》拟解决的难点与要点

本标准旨在有效减少城市工业用地碳排放，推动城市工业向低碳、环保、可持续发展方向，通过解决制定工业用地碳排放目标、分类标准、用地布局优化和产业结构优化等关键问题，实现城市工业用地碳减排，推动低碳产业发展，为城市碳减排和可持续发展做出贡献。

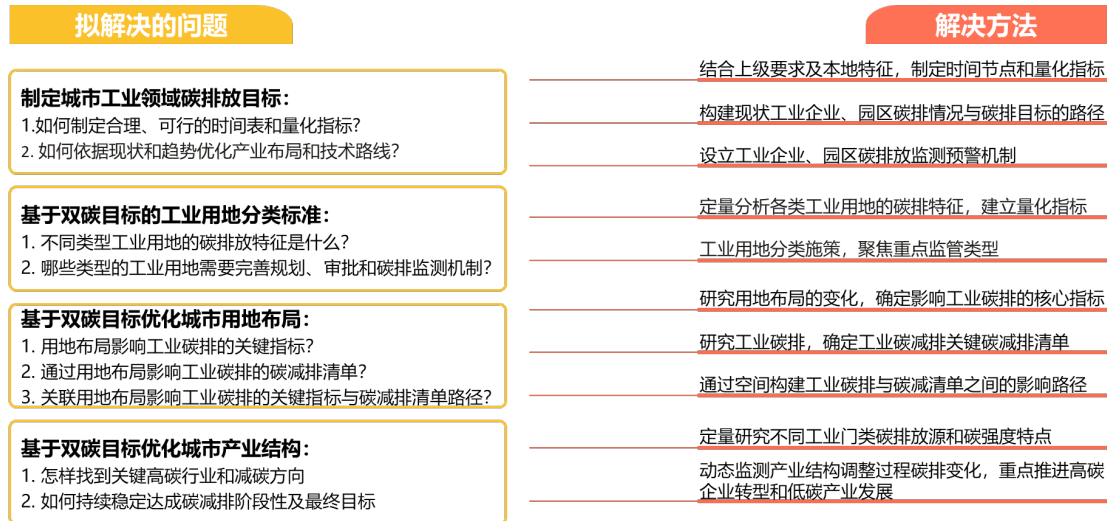


图 9-11 《城市工业用地规划碳排放控制标准》拟解决的难点与要点

《城市工业用地规划碳排放控制标准》融入“双碳”目标的重要抓手

在城乡规划领域抓住空间的唯一性是影响碳减排的重要抓手，采用土地管理、用地布局、总量管控三项空间规划核心策略就可以达到城市层面通过空间规划影响工业碳减排的核心目标，土地管理方面的关键抓手是土地供应和园区准入两个方面，建议的管控指标为工业用地标准地供地率和工业用地园区集中度；用地布局方面的关键抓手是土地的开发强度、混合利用、集中布局，建议的管控指标为建筑密度、容积率、配套服务用地占比、园区准入碳排标准和工业用地园区集聚度；总量管控方面的关键抓手是增量管控和存量优化，建议的管控指标为年度工业用地供应指标、亩均碳排强度和工业增加值碳排强度。

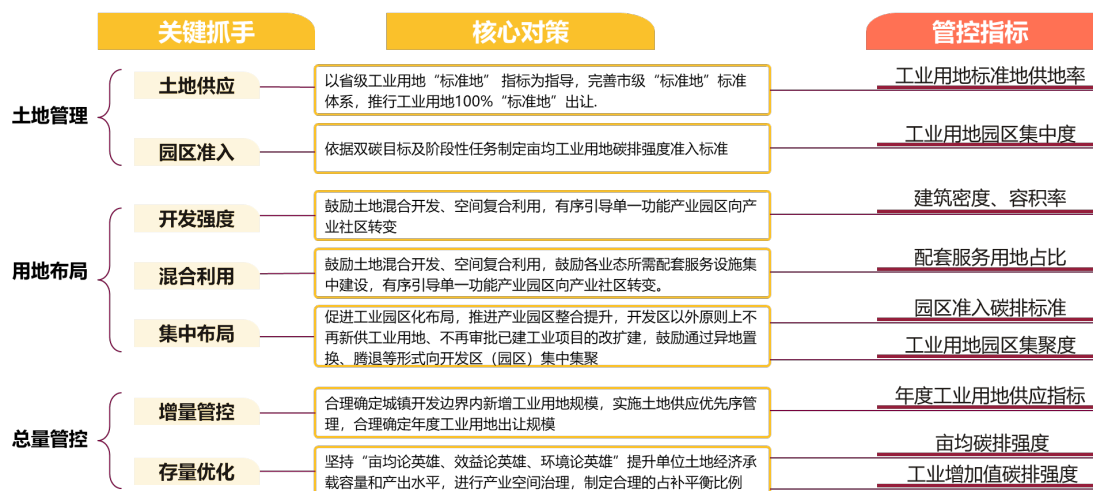


图 9-12 《国土空间详细规划编制指南》的重要抓手、核心策略与指标

（四）建议修订《国土空间规划城市体检评估规程》

目前体检评估指标里只有 1 项跟碳直接相关，且不是基本指标，是推荐指标。因此建议对“城市体检评估”中的碳评价指标进行补充、完善和优化，可以考虑增加人均二氧化碳排放量、零碳能源发电比例、商业/住宅楼宇用电量减少比例等指标。另外，要思考如何通过“城市体检评估”去发现城市的“碳堵点和碳痛点”，并通过把“双碳”目标落实情况纳入评估体系，构建相关评估模型，诊断规划实施方向和进展程度是否匹配“双碳”发展目标。

（五）建议修订《资源环境承载能力和国土空间开发适宜性评价技术指南》

“双评价”是国土空间规划的前置环节，对国土空间规划能起到一个指导作用。双评价《技术指南》是在 2020 年 1 月发布的，但我国“双碳”目标是在同年 9 月才提出，所以两者之间是存在脱节，目前这版双评价《技术指南》里面是缺少碳相关内容。在当前面向“双碳”这个新形势，新任务的情景下，应当把低碳的内容融入到“双评价”中。基于子课题 2《面向“双碳”目标的双评价技术响应》的研究，课题组对双评价《技术指南》提出了以下 10 条修订建议：

工作准备阶段

建议 1：制定适用于不同级别双评价中碳排碳汇的计算参数和方法，形成国家、省和城市等各级标准化、规范化和一体化的体系。

本底评价阶段

建议 2：各类空间的评价中增加碳关键驱动因子。

建议 3: 生态保护重要性评价的生态系统服务功能评价一级指标下增加生态碳汇二级指标。

建议 4: 农业生产适宜性评价增加以土壤有机质为驱动因子的一级指标。

建议 5: 城镇建设规模承载力评价中应对不同地均碳排目标进行多情景讨论。

综合分析阶段

建议 6: 增加“双碳”问题与风险识别, 通过现状碳汇与碳排放了解碳缺口情况, 把现状单位 GDP 碳排强度与规划期单位 GDP 碳排放强度进行比较, 通过减排任务进行风险等级判断。

建议 7: 增加碳排碳汇潜力分析, 遵照现状生态空间不减少原则, 扣除现状城镇建设用地和耕地以及生态红线内区域, 其他空间作为碳汇潜力空间; 评价区域对标先进地区单位 GDP 碳排水平, 分析碳减排潜力。

建议 8: 情景分析中应针对地区的碳汇和碳排水平, 结合地区所设的碳减排目标, 再融入碳减排与技术经济的潜力分析, 设定若干情景, 分析不同目标情景下对生态、生产、生活以及不同用地规模布局的影响。

成果应用阶段

建议 9: 作为后端评价体系, 用到“三线”的保护成效评估和规划实施成效评估中。

建议 10: 作为实用工具, 从治理的角度, 按照三个层次, 分类分级提出建议, 统筹考虑碳发展权和土地发展权, 自上而下依托主体功能区, 自下而上依托碳交易市场进行微观的调节和平衡。

（六）建议新编《国土空间规划碳排放影响评价技术指南》

《国土空间规划碳排放影响评价技术指南》旨在构建不同层级或类型的碳评制度, 通过模型对规划方案进行模拟分析, 辅助决策者采取“低碳”影响效果更显著的规划优化方案。首先应针对五级三类国土空间规划确定不同的碳评重点、评价指标和评价效力, 构建与国土空间本身的层级或类型相适应的碳评制度。评价指标方面可在绝对排放量、排放强度、单位面积碳排放指标和人均碳排放指标中选择相应指标作为不同层级或类型国土空间规划的碳评指标。并通过模型进行多方案模拟分析, 预测评估规划调整前后碳排放与汇碳能力变化情况, 以可视化的形式, 反映不同规划方案对该区域造成“降碳”效果的差异性, 挖掘碳排放热点空间和汇碳重点空间, 辅助决策者采取“低碳”影响效果更显著的规划优化方案。

10. 总结与展望

“双碳目标”和国土空间规划的融合是一个战略性问题。本课题通过探索土地逻辑与碳逻辑的衔接关系，深入研究了如何将碳排碳汇核算清单体系与国土空间规划五级三级体系相结合，并阐明了“双碳目标”在各层级国土空间规划间的传导路径。本研究在区域、城市和社区三个层级，针对能源、产业、交通、建筑、废弃物处理、农业以及生态空间领域面对“双碳目标”的核心挑战和问题进行了深入分析，再借助文献、专家演讲、会议论坛、国内外实践案例和国内现行标准等，针对规划编制类和实施保障类，提出了国土空间规划五级三类面向低碳的优化技术要点，并总结出相关策略和指标的建议。

同时，结合自然资源部发布的“三年行动计划”对国土空间规划的新要求，本课题对自资部现行以及待发布的各项标准进行了梳理，通过分析现行标准体系存在的问题和不足，提出了“双碳”要求下建议修订和增补的标准，并明确了其修订或新编方向、解决的问题和对策，以及相应的管控和评价指标。

下一步为量化比较规划方案实施的减碳的效益，建议将本课题研究的内容整合成块，并基于组合起来的块块设计具体的量化指标，以准确体现不同领域碳排的变化。指标作为不同层级规划的传导依据，应重点考虑指标的数据可得性和传导性，明晰哪些指标需要跨部门的数据协调或目标设定的协同，并明确哪些关键指标需要在国家级进行汇总。

“双碳”目标是个综合性考量，未来建议结合土地、经济和人口的目标，构建一个自上而下的碳排放分配传导体系，在各级各类规划中设定明确的碳减排目标，提出约束性要求和引导性内容。“双碳”目标覆盖多个领域，部门任务的分解有利于责任压实和分类施策，但也容易引发空间冲突与权衡。在国土空间规划中，应该综合考虑各领域减碳增汇的空间需求，进行系统考量和统筹安排。例如新能源替代是实现“双碳”目标的根本，能源结构大变革将引发一定空间资源需求，对传统城市基础设施网络带来巨大冲击。规划应为新能源和可再生能源的发展预留适当用地空间，统筹新型能源及大型储能设施布局，在资源和环境影响分析的基础上，协调解决可再生能源用地与生态用地的矛盾问题。未来应从“碳”视角重新审视国土空间规划的各个环节，并编制低碳专项导则，选取若干个城市为试点进行研究验证，再逐步推广。

11. 参考资料

1. Greater London Authority. (2021). The London Plan 2021.
2. Greater London Authority. (2021). 'Be Seen' Energy Monitoring LPG.
3. Greater London Authority. (2022). Whole Life-Cycle Carbon Assessments LPG.
4. Greater London Authority. (2022). Circular Economy Statements LPG.
5. Greater London Authority. (2023). Urban Greening Factor LPG.
6. Greater London Authority. (2022). Annual Monitoring Report 17.
7. Greater London Authority. (2022). Towards a net zero carbon London: Energy Monitoring Report 2021.
8. Transport for London. (2022). Travel in London Report 15.
9. Greater London Authority. (2022). Energy Assessment Guidance.
10. Greater London Authority. (2022). Carbon Emission Reporting Spreadsheet.
11. ESPON. (2017). European Territorial Review: Territorial Cooperation for the future of Europe.
12. 中国耕地资源利用的碳排放时空特征及脱钩效应研究
13. 宇恒可持续交通研究中心、中国国土勘测规划院、生态环境部环境规划院. (2021). 国土空间用地结构对大气污染物与碳排放的影响研究.
14. 国家能源局. (2022). 《关于促进新时代新能源高质量发展的实施方案》.
15. 石晓东、赵丹、曹祺文. (2022). “双碳”目标下国土空间规划响应路径. 科技导报, 40(6).
16. 王国文. (2010). 低碳物流与绿色供应链: 概念, 流程与政策. 开放导报, (2), 37-40.
17. 李艳方、张媛媛. 绿色与绿色的冲突与协调-基于可再生能源土地利用与生态保护法律制度矛盾的分析
18. 河南省先进制造业集群培育行动方案 (2021-2025 年)
19. 王睦, 秦科, & 高媛婧. (2014). 城际 (区域) 轨道交通与大都市区新兴城镇协调发展案例研究. 城市建筑, (3), 22-25.
20. 车旭. (2023). 治理型规划编制的探索——以承德市国土空间总体规划为例. 规划中国.
21. 广东省工业用地“标准地”供应工作指引 (试行)
22. 王姝雅. (2019). 黑龙江省森林碳汇潜力预测研究 (Doctoral dissertation, 哈尔滨: 东北林业大学).
23. 上海市推进产业用地高质量利用的实施细则 (2020 版)
24. 不同城市空间形态对碳排放的影响研究——以长江经济带 110 个城市为例; 重庆大学, 王芸
25. 全国绿色生态示范县 (区) 评价指标
26. 国家发展改革委等部门关于加强县级地区生活垃圾焚烧处理设施建设的指导意见
27. 杭州市规划和自然资源局. 《关于进一步强化工业用地有效保障的通知》.
28. 中华人民共和国住房和城乡建设部. 《“十四五”建筑节能与绿色建筑发展规划》.
29. 上海市住房和城乡建设管理委员会. 《新城绿色低碳试点区建设导则 (试行)》.
30. 雄安新区绿色城区规划设计标准 (征求意见稿)
31. 上海市住房和城乡建设管理委员会. 《新城绿色低碳试点区建设导则 (试行)》.
32. 住房和城乡建设部, 国家发展改革委. 《城乡建设领域碳达峰实施方案》.
33. 关于上海市推进产业用地高质量利用的实施细则 (2020 版)
34. 国家发展改革委等部门关于加强县级地区生活垃圾焚烧处理设施建设的指导意见
35. 周宁县县域工业空间布局规划
36. 海盐县工业经济高质量发展“十四五”规划
37. 住房和城乡建设部等 15 部门. 《关于加强县城绿色低碳建设的意见》.
38. 上海低碳街区的技术实践-以数字江海低碳总控为例; 林辰辉, 中国城市规划设计研究院上海分院

39. 广东省人民政府办公厅. 关于深化工业用地市场化配置改革若干措施的通知.
40. 农村人居环境整治提升五年行动方案 (2021—2025 年)
41. 张赫, 王睿, 于丁一, 蹇庆鸣, 彭竞仪, & 张建勋. (2021). 基于差异化控碳思路的县级国土空间低碳规划方法探索. 城市规划学刊.
42. 熊健, 卢柯, 姜紫莹, 张翀, 傅庆玲, & 金昱. (2021). “碳达峰, 碳中和” 目标下国土空间规划编制研究与思考. 城市规划学刊.
43. 苗婷婷, & 单菁菁. (2019). 21 世纪以来欧洲国家国土空间规划比较及启示——以英德法荷为例. 北京工业大学学报: 社会科学版, 19(6), 63-70.
44. 石晓冬, 赵丹, & 曹祺文. (2022). “双碳” 目标下国土空间规划响应路径. 科技导报, 40(6), 20-29.
45. 黄贤金, 张秀英, 卢学鹤, 王佩玉, 秦佳遥, 蒋昀辰, ... & 朱阿兴. (2022). 面向碳中和的中国低碳国土开发利用. 自然资源学报, 36(12), 2995-3006.
46. 丁明磊, 杨晓娜, 赵荣钦, 张战平, 肖连刚, & 谢志祥. (2022). 碳中和目标下的国土空间格局优化: 理论框架与实践策略. 自然资源学报, 37(5), 1137-1147.