

地方碳中和规划编制手册 (2025版)

编制单位：



目 录

综 述.....	1
第一部分：规划准备.....	6
第二部分：规划编制.....	15
一、分析基本情况.....	15
二、设定分阶段目标.....	23
三、情景分析.....	30
四、重点领域与主要任务确定.....	39
五、关键碳中和技术分析.....	45
六、政策与行动分析.....	49
七、保障措施制定.....	53
第三部分：规划实施.....	61
参考文献.....	64

综 述

1 什么是“碳中和”？

气候变化对人类的生存和发展构成了巨大威胁。为了应对气候变化，实现可持续发展，各国纷纷开始探索减少温室气体排放的有效途径。中国高度重视应对气候变化问题，积极推动碳达峰、碳中和目标的实现。2020年9月，习近平总书记在第七十五届联合国大会一般性辩论上宣布，中国将提高国家自主贡献力度，采取更加有力的政策和措施，二氧化碳排放力争于2030年前达到峰值，努力争取2060年前实现碳中和。

碳中和是指某个组织或个人在一定时间内，通过采取各种措施，使其产生的温室气体排放量等于或小于其通过各种方式的温室气体吸收量，实现正负抵消，达到相对“零排放”的状态。在2060年前实现碳中和，要求中国在未来四十年内，通过调整能源结构、提高能源利用效率、发展可再生能源、加强森林碳汇等多种手段，将自身的温室气体排放量降低至几乎为零的水平，并通过各种方式吸收和储存剩余的少量温室气体，实现净零排放。

实现碳中和目标具有重大而深远的意义。一方面，它有助于减缓全球气候变暖的趋势，保护地球生态环境，为人类的未来发展创造良好的条件。另一方面，它也将推动中国经济的转型升级，促进绿色低碳技术的创新和应用，提高中国在全球气候治理中的影响力和话语权。

2 编制地方碳中和规划的意义

实现碳达峰碳中和目标不仅需要中央统筹规划，更需要不同地区以国家整体目标为导向，基于自身特点，提出转型路径，作为国家宏观决策的落地支撑。“十一五”时期，部分省市就开始发布自身的节能减排五年规划或相关工作方案，直接支撑了各地区碳强度的稳步下降。国家《“十二五”控制温室气体排放工作方案》首次提出各省级行政区单位

国内生产总值二氧化碳排放下降指标，并印发《单位国内生产总值二氧化碳排放降低目标责任考核评估办法》，落实责任。在相关政策的推动下，我国各省低碳转型取得了积极进展。据统计，“十三五”期间，28个省级行政区完成了国家目标，21个地区超额完成目标，为我国总体实现碳强度下降目标提供了坚实基础。

“双碳”目标的提出对各省低碳转型提出了更高要求。截至2024年9月，我国各省市自治区均已提出了面向省内碳达峰工作相关的规划文本或工作方案顶层设计文件，部署了未来五至十年的减排措施。30个省级行政区承诺2030年前碳达峰目标，与国家目标一致；3个地区提出将提前达峰。许多地区同时发布了一系列减排行动方案，在能源供应、工业、交通、城乡建设、科技创新等领域进行了更为细致的部署。

但是，目前的转型规划多面向碳达峰目标，**聚焦于2030年以前的气候行动**。而碳中和目标是面向2060年的中长期目标，还需要考虑长期政策部署的连贯性。此外，我国从碳达峰到碳中和窗口期仅为30年，远低于绝大多数发达国家，也低于建筑等基础设施的使用寿命。仅从近期的减排目标出发，可能会带来锁定效应，不利于净零目标的实现。

同时，现有大多数地方规划文件提出的减排目标与政策措施**未充分体现地区特点**。大部分地区规划都提出了自身在节能、能源结构转型等方面的不同指标及其对应的保障措施。许多指标直接采用了国家发布的目标值，并参照国家相关文件制定本省政策。但我国各地存在极大差异，国家目标为平均目标，难以代表各地情况，不同地区所面临的关键问题与适宜的管理机制也不尽相同，需要因地制宜，寻求优化方案。

此外，大部分规划文件聚焦于碳排放本身的削减，未考虑低碳转型**与当地经济社会发展的协同**。2024年，中共中央、国务院发布《关于加快经济社会发展全面绿色转型的意见》，首次在双碳相关顶层文件中明确了2030年“节能环保产业规模达到15万亿元左右”的产业发展目标，显示出我国下一阶段将把低碳转型作为新经济增长点的决心。同时，随着欧盟碳边境调节机制（CBAM）等的实施，全球绿色贸易壁垒初现，直接影响我国相关产业发展。深度脱碳与经济社会发展的关系将随着减排进程的深化日益紧密，需要在规划中进一步体现。

3 地方碳中和规划的原则与特征

编制地方碳中和规划需要遵循效率性、公平性、可实施性和一致性原则。

效率性：规划应力争以尽可能少的耗费推动碳中和目标的实现，并取得尽可能大的社会经济效益。

公平性：规划应促使产生更多碳排放、具有更高减排潜力的主体承担更多的减排责任，并避免“鞭打快牛”。

可实施性：规划需充分考虑当地产业、技术、资源禀赋等方面的现状与发展规律，保证提出的目标与措施切实可行，避免运动式、口号式减碳。

一致性：规划需考虑减排措施与其他经济社会可持续发展目标、地区短期达峰目标与长期碳中和目标的协调，并保证与其他规划目标、措施等的有机衔接。

基于以上原则，地方碳中和规划存在以下基本特征：

一是地方碳中和规划一般**针对特定地区展开**。与全国规划相比，地方规划还需考虑与其他地区以及上级行政单位在目标、措施等方面的协调。

二是地方碳中和规划一般为**中长期规划**，时间范围一般为当前至2060年，时间跨度在30年以上。由于跨度较大，一般来说，近期的路径、措施较为具体，远期则主要为方向性的总体规划，需在转型过程中结合实际情况随时细化调整。

三是地方碳中和规划以**“碳中和”为目标**，需要同时考虑减排与增汇，包含各类相关的领域及技术措施；同时在进行各类部署时，都需要充分考虑碳中和目标诉求，将绿色低碳理念贯穿始终。

4 地方碳中和规划的主要内容和编制步骤

碳中和规划一般包含以下部分：

一是**规划背景**。主要介绍国内外形势与当地的减排目标，编制这一规划的原因和相关考虑，概述和已有规划的关系等。

二是**现状介绍与问题分析**。主要介绍当地与碳中和发展相关的整体情况与关键特征，已经开展的工作与所取得的成效，目前面临的核心挑战。这一部分内容直接决定本规划是否能够提出针对性目标与措施，是规划文本能否有效推进的关键。

三是**总体要求与目标**。介绍本规划要达到怎样的转型目标，包括指导思想、基本原则、发展定位、指标体系等。这部分内容一般是规划文本的核心，直接体现该地区碳中和转型的理念与力度，决定该地区转型能否成功。

四是为实现目标需要推动的**重点领域与任务**。碳中和转型规划一般包含能源、产业、城乡建设、交通、生态环境、科技创新等方面，需包括在以上方面推进碳中和需要的主要政策、关键技术等。这部分内容一般是规划文本的主体，也是地方开展低碳转型措施的实际工作指南。

五是**保障措施**，即为实现目标、落实任务需要的组织、资金、政策等方面的保障。

编制过程可分为规划准备、规划编制与规划实施三大阶段，如图 1 所示。后文将详细介绍不同步骤的工作内容与方法。



图 1 地方碳中和规划编制步骤

第一部分：规划准备

地方碳中和规划的准备和启动一般在当地相关主管部门的主导下进行，遵循一般行业规划的编制准备过程，明确规划的大方向、总目标。主要需要完成以下几项工作：

一是明确规划的目标与时空范围，确立规划基础；

二是明确与其他规划的关键衔接点，确保宏观方向、相关措施等的一致协调；

三是明确利益相关方沟通机制，保证充分考虑各方利益、诉求与明确责任；

四是组件技术支撑和专家咨询团队。

1 明确目标与范围

明确规划编制的**目标与时空范围**是规划编制的前提。

碳中和规划以实现碳排放快速下降、最终实现碳中和为核心目标，但不同地区由于自身情况差别，在碳排放下降程度以及相关社会经济发展方面应当有不同的考虑。对于以能源需求侧为主的地区，主要考虑尽可能减少能耗需求并改变能源结构；对于风光等可再生能源丰富的地区，需考虑未来如何用好可再生能源并成为新的能源提供基地以支撑其他地区实现碳中和；对于碳汇资源丰富的地区，需考虑扩大碳汇量，为自身与其他地区抵消碳排放。目前高度依赖化石能源的地区需考虑已有产业的稳步退役，具备新能源或相关产业优势的地区将考虑如何将其打造为新的产业支柱。

作为长期气候目标，碳中和规划的时间跨度较长。考虑到我国预计2060年前在全国层面实现碳中和，地方碳中和规划的时间跨度一般面向2060年，着重考虑近期（2030/2035年）以前的相关措施，并对远期行动进行方向性部署。

规划覆盖的行政区划同样需要明确。目前，国内规划一般以省级或市级行政区划为单位，部分规划涉及城市群或区域经济带等。需要根据实际情况明确边界范围，避免后续规划编制与落实中出现边界模糊、责任不清等问题。

2 明确与其他规划的关键衔接点

地方碳中和规划的编制需充分衔接与协调现有的上/下位规划及其他规划，以实现协调发展与政策一致。这种衔接不仅是政策和目标的对接，更是行动和路径的相互协同和优化（图 2）。



图 2 与其他规划的关键衔接点

2.1 与上位规划和政策的衔接

政策目标一致：地方政策应与国家战略高度一致，确保方向和行动的同步性。我国已设定了2030年前碳达峰和2060年前碳中和的施工图、时间表，地方政府可据此反推本地目标，制定实施方案。同时，需明确国家在产业结构调整、能源结构转型等方面的政策方向，与其保持高度一致，避免因缺乏衔接而在政策执行上出现偏差或冲突。

指标体系对接：我国已在国家规划中建立了一套关键指标推动碳中和和目标实现。地方规划应在此基础上，考虑本地区独特的经济、人口、环境等因素，制定更具体的阶段性目标，合理设置各项指标，确保在政

策实施中既遵循国家战略方向，又能量化本地的减排努力与成效。自上而下和自下而上的双向互动能够帮助实现指标的动态调整，以应对政策推进过程中的不确定性。

信息共享与技术支持：通过有效的信息共享机制，地方可以与国家和其他区域互通有无，获得先进的技术支持和示范项目经验。在实践中，地方政府应积极参与国家组织的技术交流活动，推动区域内相关企业、科研院所、高校等共同参与技术研发，实现落地转化。同时，政府可以通过搭建公共平台，促进各地在技术信息和最佳实践上的互通。

2.2 与下位规划和政策的衔接

细化任务与具体落实：地方碳中和规划的宏大目标需要通过细化的子规划具体落实，通常涉及到将任务分解到区县和行业。子规划都应具备高度的可操作性，明确各项任务的工作进度和责任分工，以确保各责任单位在规定的节点能达成任务目标。例如，工业部门可以通过制定具体的低碳生产标准和技术改造路线图，以推进行业绿色转型。

资源配置与协同合作：下位规划不仅是对任务细化的体现，更是资源配置和协同合作的有效载体。地方政府需要整合各类资源，在资金、技术、人才方面拨出专项支持，以保障规划的充分落实。各行业和区县之间应建立良好的协调机制，形成强大的工作合力，避免资源浪费和任务重复。同时，应推动地方不同主体紧密合作。

监督与反馈机制：在任何规划中，建立健全的监督和反馈机制都是其成功与否的关键要素之一。地方政府需要建设系统的监测和评估框架，实时跟踪和记录下位规划的执行情况。通过设立定期审查和评价机制，实现对任务推进情况的及时反馈，并根据反馈进行调整与优化，以提高规划的适应性和应变能力。

2.3 与其他规划和政策的衔接

地方碳中和规划的成功实施不仅依赖于规划本身，还取决于与其他各类规划的有效衔接与协调。这种协调不仅仅是技术层面的指标调配，更是各级政府在**观念、策略和实践上的协同工作**。通过对政策目标的一

致追求、指标体系的合理对接、资源与任务的科学配置以及激励机制的灵活运用，地方政府可以在碳中和的宏伟目标上做出具有实际价值的贡献。持续的政策创新和广泛的社会参与将为碳中和目标的实现提供坚实的基础。

与经济发展规划的融合：地区实现绿色发展的重要前提。通过将碳中和目标融入经济发展，倡导绿色经济理念，推动地方积极开展产业结构调整，优先淘汰高耗能高污染行业，大力发展绿色产业和新兴技术，实现经济转型升级。

与土地利用规划的协调：土地利用效率直接关系到能源及资源消耗，与碳中和密切相关。城镇化进程中，科学合理的土地利用可降低交通、建筑等领域的碳排放强度。地方政府需要在公共设施布局、城区扩展等方面做好规划，形成紧凑型发展模式。在农村地区，应鼓励居住和农业设施的合理布局，减少碳排放并提高居民生活质量。

与城市及交通规划的配合：通过优化公共交通体系，提高公共交通的覆盖率和运能，可以显著降低居民交通出行所产生的碳排放；推进非机动车友好城市建设，鼓励居民绿色出行。此外，通过良好的城市设计，推广绿色建筑、低碳社区，增加城市绿地面积，以改善城市空气质量、打造宜居生活空间。

与环境保护规划的结合：在环保规划中，应制定具体的生态恢复计划，通过植被恢复提升区域内的碳汇能力，并加强自然资源管理和污染治理。例如，倡导自然生态保护，推进流域治理和土壤修复工程，对受损生态进行保护和恢复，进一步提升区域内的生态功能和生物多样性。

3 明确利益相关方沟通机制

对地方政府而言，碳中和规划的编制不仅仅是技术性和政策性问题，更是涉及多方利益协调的复杂过程。由于各地社会、经济和环境多样性，碳中和规划的制定和实施需要广泛的利益相关方参与。这些相关方包括政府部门、企业、非政府组织、学术机构、社区和公众等。构建有

效的沟通机制对于确保各方利益的平衡、提升政策的可行性和促进规划的落实至关重要。

3.1 地方碳中和规划的主要利益相关方

政府机构：地方政府的各个相关部门，包括环保部门、发展改革部门、经济和科技部门等，是碳中和规划编制的主要推动者和执行者，负有制定政策、分配资源、设定目标和监督实施的直接责任。环保部门通常负责制定总体环境保护战略，确保碳减排与其他环境目标的协调一致。发展改革部门关注经济发展与碳减排目标的融合，推动绿色经济模式转型。科技部门承担支持和推广低碳技术的任务，通过创新实现技术突破。其他部门如交通、建设、农业等负责各自领域的具体减碳措施。协调这些部门的沟通和合作，是确保碳中和规划整体性和可操作性的基础。

市场主体企业：企业，特别是高能耗和高排放行业的企业，是碳排放的主要来源，因而也是碳中和规划的核心利益相关方。这些企业在碳中和进程中面临着巨大的转型压力和机遇，需进行技术创新和产业链升级。对于许多企业来说，积极参与碳中和规划是履行社会责任的表现，更是提升市场竞争力和满足投资者绿色期待的必然选择。然而，面对转型，企业可能在短期内面对成本上升和市场调整的挑战，需要针对性的政策和财政支持帮助企业顺利转型。

公众和社区：公众和社区是碳中和规划的直接受众，其生活方式和消费行为对碳排放的影响尤为重要。公众的理解和支持是政策得以顺利实施的重要保障。社区层面的活动，如低碳生活倡导、绿色出行推广和社区可再生能源项目，能够培养公众的低碳意识并形成社会合力。政府部门需要通过教育项目、公众互动活动和清晰的媒体传播战略，确保公众能获得并理解相关信息，积极参与到碳中和规划的过程中。公众的反馈和建议也是规划调整和优化的重要信息来源。

非政府组织（NGOs）、高校和研究机构：NGOs 不仅能够为规划提供技术支持和社会视角，还能通过宣传教育和实地调研活动提高公众对碳中和政策的理解，推动公众参与，增强政策透明度，并对政策执行情况进行独立监督，督促政府部门提高执行效率。此外，NGOs 还组织社会讨论，促进不同利益相关方之间的沟通与合作。高校和研究机构为碳中

和规划提供了科学研究的智力支持，通过基础研究为政府提供碳排放现状及趋势的数据支持和前景预测，并在低碳技术研发和新政策工具探索中发挥重要作用。依托多学科交叉的优势，科研机构能够从技术、经济和社会等不同视角提供综合性的政策建议和技术路线图，并在规划实施过程中参与政策效果评估，识别并解决实施障碍，为碳中和目标的持续改进提供理论支持。

3.2 构建有效的沟通机制

多层次研讨和协商机制：应包括不同层次和不同领域的参与者，包括政府高层策略研讨会、跨部门联席会议、行业对话以及跨学科研讨会等。这些会议不仅能提供讨论政策方向的平台，还能使参与者在具体行动方案上达成共识，有效解决协调不畅、信息不对称以及误解等沟通障碍，有助于形成协调一致的政策行动框架。此外，多层次的沟通机制还应考虑不同层面的问题复杂性，既能规划出战略性方向，又能细化为可操作的具体措施。

透明的信息共享平台：建设透明的政策信息系统可包括建立一个集中的信息公开平台和数据共享机制，提供让各方访问的规划数据、政策文本和进展报告。这不仅能增强各方间的理解和信任，还能提高政策的公信力。通过定期发布政策信息、召开新闻发布会和开展政策解读活动，政府可以确保信息的广泛传播。此外，信息共享系统应能支持双向沟通，使利益相关方能够及时反馈意见，进行有效的协商与互动。

反馈和咨询机制：确保政策的制定与实施可以吸纳来自不同群体的及时意见和建议。通过咨询会议、焦点小组讨论、问卷调查和公众参与活动，政府部门可以广泛收集公众及其他利益相关方的看法。这不仅让参与者感到他们的意见受到重视，还能使政策更符合实际情况。反馈机制应有能力对意见进行分类、分析和汇总，并将其纳入政策建议和实施改进中。设立专门的咨询委员会或公共咨询平台，确保公众能够通过正式渠道表达意见并获得专业答复。

多元化的沟通渠道：利用多元化的沟通渠道来确保信息的有效传递和交流。借助官方网站、社交媒体、移动应用和线上研讨会等多种工具，可以突破传统沟通方式的局限，覆盖更广的受众群体，也更容易实现互

动和反馈。特别是在社交媒体平台上，政府可以通过开展在线讨论、发布实时动态等方式，增强公众的参与感和互动体验。利用线上平台举办研讨会或推出交互式多媒体内容，也可以提高政策传播的深度和广度。

3.3 组织沟通的具体步骤

利益相关方识别与分析：在制定沟通机制的初始阶段，关键是系统化地识别和分析所有可能的利益相关方。通过动员各部门力量，可以运用工具如利益相关方矩阵和 SWOT 分析（优势、劣势、机会、威胁），来评估每个相关方在碳中和规划中的角色、影响力和需求。这一过程应详细考虑不同利益相关方的具体要求和优先事项，从而识别出主要合作对象和关注的关键领域。这种分析不仅有助于精确定位沟通的重点对象，还能为设计更具体的沟通策略提供数据支持。

建立沟通网络和合作伙伴关系：在明确相关方之后，下一步是建立正式的沟通网络和合作伙伴关系。这可以通过签订战略合作伙伴协议、推进共同开发项目以及协商数据共享协议等具体措施来实现。这样的伙伴关系能确保各方在开放、可信的基础上交流切磋，同时形成政策合作的长效机制。尤其是在复杂的减排技术和产业链协作方面，良好的合作关系可以有效降低沟通成本，提升协同效率。在此过程中，明确的责任划分和合理的期望管理是维持长久合作的基础。

动态调整沟通策略：实施沟通机制不是一次静态的设定，而是一个需要动态调整和完善的过程。在规划制定和实施的不同阶段，沟通策略需根据利益相关方的反馈、环境变化以及新出现的机遇与挑战进行调整。定期评估沟通效果是提高机制有效性的重要手段，可以通过监测参与度、收集反馈数据及分析沟通质量来实现。这样的评估能及时识别沟通中存在的障碍，并进行有针对性的改进。此外，要确保在政策调整时，各利益相关方能够在第一时间了解变动及其影响，实现沟通的精准高效。

培养专业的沟通团队：为了确保沟通的专业性和效能，各级政府和机构需培养并设立专职的沟通团队。这些团队应该由具备政策理解力、出色的沟通技巧和危机管理能力的专业人员组成。沟通团队的职责包括协调不同部门和领域的沟通，组织公众参与活动，并能够快速处理突发事件和矛盾纠纷。此外，沟通团队还需熟悉现代网媒传播手段，能够根据

受众的偏好和媒体特性设计信息传播策略，从而提高政策信息的到达率和影响力。

3.4 相关利益方沟通面临的挑战与解决路径

利益冲突与协调面临的挑战与解决路径：在众多利益相关方间，目标、资源和关注点的多样性不可避免地带来冲突和协调困难。为解决这一难题，政府需建立一套透明、公正的沟通和协调机制，确保每个相关方的声音都能被听到，并在决策中得到充分的考虑。通过引入第三方调解、设立利益映射和利益共享机制，可以在尊重各方需求的前提下达成共识并共同承担碳中和行动的责任与成果。

公众参与面临的挑战和解决路径：公众参与不仅是政策合法性的重要保障，还可提高政策执行的社会支持度。然而，如何确保公众参与的深度和实际影响力，是一大挑战。通过提高公众的环境意识，增强其对碳中和政策的理解力，能够促使其在政策执行中产生积极作用。采取多样化的参与方式，如利用社交媒体平台和社区活动，能够提高公众参与的广度和深度，确保他们的声音可以切实影响政策结果。

政策制定与实施面临的挑战与解决路径：政策的制定与实施往往存在脱节风险，必须确保两者的无缝衔接。在此过程中，试点项目是一个行之有效的方式。通过小范围实验和验证，可以积累经验、识别问题，进而在更大范围内推广成功模式。明确的责任分工、完善的绩效考核机制，以及及时的监督反馈，都是实现政策与实施协调的重要保障。

4 组建技术支撑和专家咨询团队

考虑到碳中和规划工作量大、涉及面广、技术要求高，建议在确认了规划目标及基本范围之后，尽快组建技术支撑和专家咨询团队，以保障规划质量。

团队应针对确保规划文本的科学性、可行性、针对性等诉求提供支持，其具体职责由规划主管部门确定。政府部门可结合规划编制的规模、时间、详略需求、专家人数等灵活组织专家。如规划体量较小，可考虑

设置专家资讯组在规划启动、中期、拟发布等关键节点召开专家咨询会以获得专家支持。如规划体量较大，可考虑针对关键问题设置不同的专家组，并通过专家组攻关等方式开展细致研究，结合专家研讨会等方式充分吸收专家意见。

在组建团队的过程中建议考虑以下因素：

1) 涵盖能够代表 3.1 中各主要利益相关方的多方力量，能够提供不同视角的关切与诉求，确保各方声音均衡表达。避免规划向部分特定团体产生利益倾斜或忽略部分团体的切实需求，防止因信息壁垒导致部分诉求边缘化；

2) 专家知识范围应涵盖规划涉及的各个方面与关键问题，覆盖不同学科与行业，保障专家团队的综合规划能力；部分地方特色问题难以借鉴其他地方经验，更需要当地专家结合实际情况进行充分论证，也会对专家团队的全面性与专业性提出更高要求；

3) 专家知识技能应贯穿规划编制的全部流程，涵盖现状分析、模型测算、风险研判、政策分析等关键环节，能够灵活应用不同研究方法并实时纠偏，以确保编制过程中能够准确识别可能产生的问题，并提出有效的改进方案。

第二部分：规划编制

地方碳中和规划的编制过程是核心，一般分为以下几部分：

一是分析当地的基本情况，包括社会经济发展的总体情况、产业布局与特点、碳排放现状、碳中和的机遇与挑战等；

二是确定分阶段的减排目标，包括总体目标与不同领域的目标；

三是对当地碳排放情况开展情景分析；

四是确定要实现碳中和的重点领域与主要任务；

五是明确当地为实现碳中和目标所需要的关键技术；

六是分析要采取的政策与行动；

七是确定保障措施。

一、分析基本情况

对省区社会经济、产业布局、碳排放的基本情况进行深入了解和准确把握，是制定科学合理、切实可行碳中和规划的基础。本部分将阐述地方碳中和规划涉及的基本情况与内容，旨在为后续的规划分析与决策提供全面、客观的依据。

1 社会经济发展总体情况

社会经济发展的相关，包括人口、经济发展情况、资源禀赋等，是开展一切规划研究的基础。需要获取的信息主要有：

人口：地方发展的最前置因素，直接决定当地经济社会发展建设的需求量。对人口情况的错判可能会直接导致规划与事实的严重偏离。具

体包括人口总量、人口流动情况、人口密度及空间分布、城镇化率、年龄结构、家庭结构、就业水平等方面的现状与变化趋势。

经济发展情况：碳中和目标的实现不仅仅是碳排放下降，更是经济发展模式的重构，因此需要对当地经济发展有充分了解，以对症下药。具体包括 GDP 总量与增速、人均 GDP、GDP 区域分布、经济结构、人均收入、能源生产与消费情况、既有与新建基础设施等方面的现状与变化趋势。

资源禀赋：资源禀赋会在很大程度上影响当地的减排路径选择、绿色产业发展方向等。同时，我国不同地区的资源情况差异巨大，更需要对当地情况进行详细调研，以获取定制化方案。具体包括气候条件、土地与空间资源、水资源、可再生能源资源（如太阳能、风能、生物质能、地热能）、生态系统碳汇等。

获取以上信息的基础资料包括法律法规、统计数据、政府文件、相关社会经济发展规划以及行业规划等。反映现状的数据资料宜采用规划起始年的前一年资料；反映发展历程的数据资料不宜少于五年，且最近的年份不宜早于规划起始年的前两年。

2 产业布局与特点

产业布局的现状能够清晰地展示当前各产业在空间上的分布情况，帮助规划者了解哪些区域已经形成了产业集聚，哪些产业具有发展潜力但尚未得到充分开发。深入探究产业布局特点，对于把握经济发展脉络、制定科学合理的低碳发展战略具有至关重要的意义。

产业结构：不同产业的能源消费结构差异较大，产业结构的调整会直接影响能源消费结构的变化。一般以各产业在国民经济中的比重，即各产业产值占 GDP 的比例，来反映不同产业在经济中的重要性和发展水平。产业贡献率即各产业对经济增长的贡献率，可以衡量不同产业对经济增长的拉动作用，确定省区经济增长的主要动力。产业结构的相关分析一方面可以在时间序列上进行，通过不同时期的产业结构数据进行比较分析，观察产业结构的变化趋势，一方面可以将具有可比性的地区的

产业结构进行对比，分析其差异和特点。相关宏观经济数据，如国内生产总值、各产业产值可通过统计年鉴获取。

产业协同：包括产业链上下游的关联、产业间的技术创新和资源共享等。产业协同有利于促进产业效率提升、产业升级和创新发展。较高的产业关联度使主导产业的发展能够带动一系列相关产业的发展，从而促进整个经济的增长。投入产出分析法可以帮助了解产业在产业链中的位置和作用，通过计算产业的直接消耗系数、完全消耗系数、影响力系数和感应度系数等指标，评估产业的带动作用和对其他产业的依赖程度。

产业空间格局：产业在空间上的集聚可以带来规模经济、知识溢出和创新效应等优势。可以通过分析赫芬达尔-赫希曼指数、行业集中度、空间基尼系数、区位熵等来反映省区的产业空间布局情况。

产业创新能力：通过技术创新、产业创新、创新文化的培养，可以实现能源效率提升、能源结构转型、低碳经济发展。省区的产业创新能力可通过研发投入、专利数量与质量、创新平台建设等方面的分析来实现。研发投入为产业内企业在研发方面的资金投入情况，包括研发经费占销售收入的比例、研发人员占员工总数的比例等。专利的数量与质量反映了产业的技术创新成果，为产业内企业获得的专利数量，专利的质量包括发明专利的占比、专利的被引用次数等。创新平台为技术创新提供了支撑和保障，可分析省区内创新平台的建设情况，如企业技术中心、工程研究中心、实验室等。

产业发展环境：包括研究区域的产业政策、制度环境、政府服务水平、地理区位、人力资源素质等内容。国家和省区地方政府对主要产业布局的政策支持力度，包括产业规划、财政补贴、税收优惠等，可以指明投资方向并加速结构升级。良好的制度环境（如法律法规、产权保护、市场准入）和高效的政府服务（如行政审批效率、公共服务提供、政策执行力度）可以降低制度性成本，稳定企业预期。地理区位涵盖自然条件（如土地、水资源、矿产资源等）、地理位置（相关产业涉及的重要交通枢纽、港口等条件）和区域经济发展水平（地区生产总值、人均收入等）。人力资源素质包括省区的人力资源状况，如教育水平、专业基地等，高素质的人力资源能够为产业提供智力支撑和人才保障。

零碳能源与能源替代行业：致力于减少对传统化石能源依赖、推动可持续发展的新兴产业领域。通过分析当地零碳能源与能源替代行业的市场容量、增长速度、研发投入、技术突破、产业链完整性、产业协同、基础设施建设及相关的国家政策、地方政策等，能够为能源转型路径提供支撑。

3 温室气体排放核算与现状分析

传统的减排规划一般聚焦于二氧化碳排放。我国最新的国家自主贡献目标已纳入了全口径温室气体（GHG）排放控制，因此碳中和规划应当包括二氧化碳和各类非二氧化碳温室气体（下简称“非二”）。

3.1 温室气体类型及来源

不同温室气体类型及来源主要有：

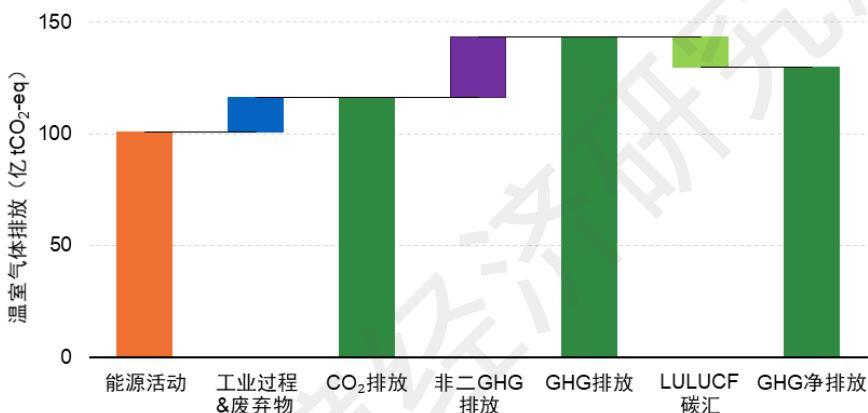
二氧化碳（CO₂）：主要来自化石能源活动、工业生产过程、土地利用及土地利用变化（LULUCF）等；

甲烷（CH₄）：主要来自化石能源开采（煤炭开采、油气开采等）、农业活动（粪便管理、肠道发酵、水稻种植、农业土壤等）、废弃物处置等；

氧化亚氮（N₂O）：主要来自工业生产过程（己二酸和硝酸生产等）、农业活动（粪便管理等）、废弃物处置等；

含氟气体（HFCs/PHCs/SF₆）：主要来自工业生产过程（电解铝等）、制冷剂、电力系统/半导体制造保护气等。

图 3 所示为我国 2021 年温室气体排放情况。可以看出，化石能源活动带来的二氧化碳排放是最主要的温室气体来源，但工业过程、非二排放及碳汇也不可忽略。预计随着化石能使用的逐渐减少，其他来源的二氧化碳与非二排放站温室气体排放占比将不断增加。面向碳中和，需要综合考虑各类温室气体类型及来源。



数据来源：中华人民共和国生态环境部（2024）

图 3 我国温室气体排放情况（2021）

3.2 温室气体核算方法

国家发布的《**省级温室气体清单编制指南**》（以下简称“指南”）中详细介绍了各种类型及来源温室气体排放的核算方法。建议参照最新版《指南》¹开展核算工作。

部分地区可能难以完全按照《指南》收集到全部数据开展核算工作，可以考虑采用以下方法作为碳排放核算的补充。

（1）基于能源平衡表等统计数据核算能源使用相关排放：

如果地方具备能源平衡表等能耗统计数据，可基于分部门、分能源品种、分设备的能源消费量等活动水平数据，以及相应的排放因子等参数，通过逐层累加综合计算得到能源使用产生的二氧化碳排放量。计算公式如下：

¹ 2011年，国家发展改革委发布《省级温室气体清单编制指南（试行）》。2026年1月，生态环境部以试行版指南为基础，发布《省级温室气体清单编制指南（2025年版）》（<https://www.mee.gov.cn/xxgk/xxgk05/202601/W020260104720924663816.pdf>）。

$$\text{温室气体排放量} = \sum \sum \sum (EF_{i,j,k} \times Activity_{i,j,k}) \quad (\text{公式 1})$$

其中， EF ：排放因子(kg/TJ)； $Activity$ ：能源消费量(TJ)； i ：能源类型； j ：部门活动； k ：技术类型。

计算步骤如下：i. 基于地区能源平衡表及分行业、分品种能源消费量，确定分部门、分品种、分设备的能源消耗量；ii. 基于设备特点，确定分部门、分品种主要设备相应的排放因子数据，可参考《指南》中给出的数据表；iii. 估算每种主要能源活动设备的碳排放量；iv. 加总计算碳排放量。

(2) 基于实际调研与分析核算特定产业、行业相关排放：

部分地区可能存在特定行业、产业，会对当地碳排放或经济发展等情况产生巨大影响，有必要开展专题调研与研究。需要注意以下几点：

一是根据研究目标确定合适的核算边界与核算方法。不同产业、行业各有其特点，需要根据其碳排放特征、减排路径、和其他产业的关系等，明确研究的边界与方法，比如碳排放是仅包括燃料燃烧产生的直接排放，还是包括所使用的电力、热力的间接排放，还是要同时包括产业上下游的相关排放。随着全球减排目标的不断推进，已有大量针对行业、产业减排的针对性研究，可以参考相关研究报告、标准等，明确调研与分析方案。

二是尽可能做到不同类型调研对象的全面覆盖。由于大型企业往往数据基础较好且对节能减排更为重视，在开展调研的过程中，容易过于依赖大型企业提供的信息。但地方碳中和规划需要行业实现整体转型，且中小企业常常面临更大的减排困境。因此在开展调研的过程中，要尽可能覆盖各种企业、主体类型，保证对当地产业、行业有全面了解，为政策措施制定提供坚实支撑。

三是尽量从多个角度对调研结果进行校核。数据校核可以有效提升数据的可靠性与结论的可信度。包括但不限于以下方面：结合当地总体碳排放情况及各部门占比对该行业的计算结果进行校核，判断其量级与产业情况是否匹配；结合历史数据及经济发展情况进行校核，判断发展趋势是否合理；与其他地区的产业发展情况及碳排放强度进行对比，判断结果是否处于合理区间。

(3) 基于大数据或公开数据平台进行数据补充：

碳排放实测技术，如遥感技术、气象观测技术、化学分析技术可以提高碳排放核算的准确性和可靠性。遥感技术一般通过卫星或航空器获取地球表面的遥感图像，一方面可对大面积的土地利用和植被覆盖进行测量和监测，从而推算碳排放量；另一方面可基于卫星数据反演碳排放数据，如夜光卫星、碳卫星。无人机监测技术是通过无人机搭载传感器对特定区域进行高分辨率的碳排放监测。传感器网络技术通过在特定区域内布置传感器节点，实现对碳排放的连续监测。

案例 1 国际“新三可”标准碳源汇监测核校支持系统

我国全球碳源汇监测核校评估系统（CCMVS，如图 4）是开展全球-中国-省市-格点四级嵌套碳源汇同化反演技术及可业务应用的世界科技竞争的关键技术，可解决全球多尺度“碳收支”的透明度、归一化，涉及到国家能源-产业-社会经济-政策战略问题。中国气象科学研究院在国际上率先建成首个“新三可”方法、同化大量全球、中国 CO₂ 浓度观测数据、辅以卫星柱浓度数据，可业务运行的全球（1 度×1 度）、中国区域（45 千米×45 千米）、省市（9 千米×9 千米；5 千米×5 千米）的 CCMVS。CCMVS 可为各级政府开展碳中和行动效果及潜力评估、国际碳收支盘点及气候变化谈判提供有力支撑。



图 4 CCMVS 系统

大数据技术（人工智能和机器学习算法）在碳排放实测技术领域的应用也可提高统计核算水平。运用大数据技术，结合经济数据、土地利用数据、建筑基底数据、手机信令数据等，可以实现碳排放和碳吸收的

全面精确计量，实现日频度、月频度的能源碳排放动态监测核算，缩短计量分析周期、提高计量精度，实现精细化尺度的碳盘查。

3.3 现状分析

碳排放的现状分析主要包括碳排放总量、分产业碳排放、碳排放强度、与经济脱钩关系等。

碳排放总量的发展趋势在一定程度上代表了经济发展方式，其增长率反映了该地区实现碳达峰的可能性。GDP 增速与碳排放增速比较可分析区域经济发展对能源消耗的依赖性，若 GDP 增速较大，则表明其对能源消耗依赖性有所下降，绿色低碳发展有成效。

分产业碳排放，分析能源生产（电力和热力生产）、农业、工业和建筑业、交通、建筑等产业的直接和间接碳排放量、变动率，从生产端和消费端识别对碳排放贡献较大的产业。

碳排放强度是指单位 GDP 带来的碳排放量，主要用于衡量经济发展与碳排放量之间的关系。为实现不同地区的对比，也可扩展至人均碳排放强度、地均碳排放强度进行相关分析。

与经济脱钩关系可以分为绝对脱钩、相对脱钩和未脱钩三种类型。可以基于计算碳排放弹性系数（碳排放增速/GDP 增速）判断，当弹性系数 ≤ 0 时为绝对脱钩，在 $0 - 1$ 之间时为相对脱钩， > 1 时为未脱钩。碳排放的绝对脱钩意味着当地经济发展不再依赖于化石能源增量，进入经济高质量发展轨道。

4 机遇与挑战

基于前述的资料收集与分析，可以系统梳理出当地实现碳中和面临的机遇与挑战，作为后续目标设定、路径选择、重点任务识别、政策制定等工作的基础。

机遇与挑战的分析可以采用 SWOT 模型开展。SWOT 模型是 Strengths（优势）、Weaknesses（劣势）、Opportunities（机会）和 Threats（挑战）的缩写，可帮助区域识别内部和外部因素，以制定合理的低碳战略决策。优势是区域内部的有利条件，指的是能够帮助组织实现目标的资源和能力，通常包括生态环境条件、经济发展速度、能源消耗强度降低、产业结构优化、较好的体制机制等方面。劣势是区域内部的负面因素，指的是可能妨碍区域实现低碳发展目标的缺点或不足，通常包括资源环境承载压力、增长的能源消耗、生产技术水平、全社会节能意识等方面。机会是外部环境中有利于区域低碳发展的因素，能够为区域提供增长和扩展的机会，通常包括国际层面、国家层面及区域层面的低碳经济发展机会。挑战是外部环境中可能对区域低碳发展造成不利影响的因素，这些因素可能导致区域无法实现低碳发展目标，通常包括国家和区域层面在低碳经济发展方面法规是否健全、配套政策是否完善、减排压力等方面。

二、设定分阶段目标

碳中和发展目标是地方低碳转型政治意愿的具体体现，也是制定政策措施和主要任务的前提。作为碳表现的指征，低碳发展目标能够形成倒逼机制促进地方转型，是地方减排政策措施效果的评估依据，有助于规划的更新和政策的调整。以此推动经济高质量发展、社会绿色转型和提高民众生活质量，实现环境可持续发展。同时，地方碳中和发展目标是确保全国整体减排目标如期实现的必要举措。通过落实各地的具体减排方案，中国能够有效履行《巴黎协定》下的国际承诺，并展示其应对气候变化的决心与成果，提升在全球气候治理中的话语权和影响力，助力实现国家“双碳”目标。

1 总体目标设定

地方碳中和的核心目标是温室气体排放控制目标。确定地方温室气体排放控制目标需要科学评估与政策设计的结合，确保与国家“双碳”

战略保持一致且符合地方实际。首先，应分析历史碳排放数据和未来趋势，明确重点排放领域，并合理设定达峰时间。同时，根据各行业特点制定细化的减排方案，推动能源结构向可再生能源转型。在此基础上，目标应具备近中远期结合的特点，确保分阶段推进，并通过动态调整机制应对经济变化的不确定性。

地方碳中和目标**包括能源加工转换、工业、建筑、交通、废弃物处理等部门**，以推动全方位的低碳转型。其中，能源加工转换的低碳目标在于优化能源结构，减少化石能源的使用比例，提升可再生能源的占比和能源转换效率。通过技术升级、推广清洁能源和提高发电环节的能效，降低单位能源生产中的碳排放，为整体经济的低碳转型提供绿色动力；工业部门的低碳目标是推动产业绿色转型，通过节能改造、清洁生产和淘汰高能耗、高排放产能，显著降低工业生产的碳排放。大力推广绿色制造和创新技术，如碳捕集利用与封存（CCUS），以减少核心行业中的排放强度，实现可持续的工业发展；建筑领域的低碳目标在于提升建筑能效和推动绿色建筑普及。通过优化采暖、制冷和照明设备的能耗水平，推广可再生能源在建筑中的应用，减少施工和运行过程中的碳排放，助力实现城市建设的绿色化和低碳化；交通领域的低碳目标是推动交通工具的电气化和绿色出行方式的发展。重点推广新能源汽车和轨道交通系统，优化物流体系，提高出行与运输的能效，减少燃油消耗带来的碳排放，构建绿色、低碳的交通网络；废弃物处理的低碳目标在于提升垃圾分类与资源化利用水平，减少废弃物填埋和焚烧过程中产生的碳排放。通过高效处理技术和甲烷回收利用，最大限度地降低废弃物管理过程中的温室气体排放，实现废弃物处理的绿色化转型。

地方碳中和目标的设定**应结合近、中、远期的规划**，以确保各项措施的有效实施和持续推进。在近期阶段，应明确具体的短期减排指标，重点关注经济、技术、能源、产业、建筑、交通、生态、循环利用和环境等多方面的量化指标。可以通过开展示范项目，推广可再生能源技术和清洁能源应用，提升公众和企业的低碳意识。此外，应制定合理的发展目标与实施机制，鼓励企业积极履行环境社会责任，以降低单位能耗和碳排放。这一阶段的重点是通过具体落实来验证各项措施的有效性，为后续的中期和远期目标奠定坚实基础。中期目标应在近期成果的基础上，制定更为具体的减排目标，全面推行绿色制造和清洁生产。通过鼓励企业采用低碳技术、加强工业能效管理以及淘汰高能耗、高排放的设

备，实现各行业逐步达到设定的减排标准。同时，政府应加强政策支持和资金投入，以促进技术创新和产业升级，确保低碳转型的各项措施得以有效实施，助力地方经济实现可持续发展。远期目标需确立明确的长期愿景，包括实现地区温室气体排放达到峰值或大幅度减少，并推动可再生能源占比达到一定比例。为应对未来不确定性，制定动态调整机制，根据经济发展和技术进步的变化灵活调整目标和措施。此外，应加强跨部门合作，全面协调发展，确保整体低碳目标的实现与国家“双碳”战略相一致。

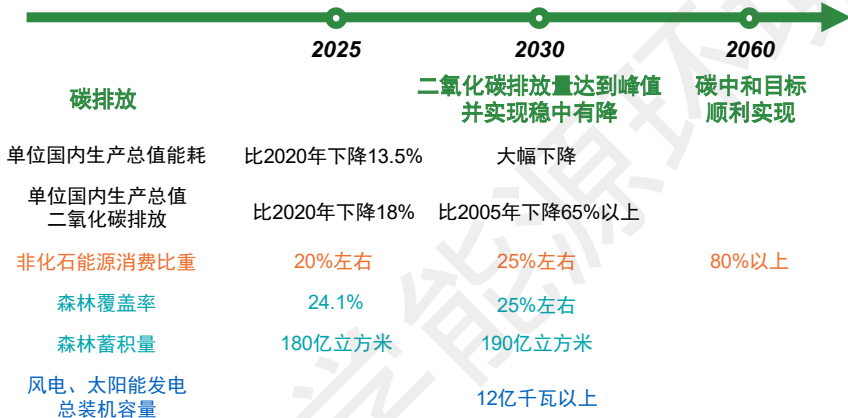
2 分领域目标设定

各地方应以当地的经济、技术、能源、产业、建筑、交通、生态、循环利用和环境等多领域的实际情况**因地制宜制定目标**。经济发达地区应提前实现碳达峰，推动服务业和高科技产业发展，淘汰高能耗企业，并加快绿色交通和智能建筑的建设；资源型地区需着力调整能源结构，减少化石能源使用，扩大可再生能源开发；工业重镇应加快产业转型升级，发展绿色制造和智能制造，提升资源利用效率，并推广节能技术与清洁生产；农业与生态型地区应聚焦生态系统的保护与碳汇能力提升，同时发展生态旅游和有机农业，实现经济与环境的协调发展。推广清洁能源与生物质能源，为偏远地区提供绿色能源，积极探索具有地方特色的低碳路径；交通物流枢纽需优化交通运输体系，加强轨道交通和新能源物流车的应用，降低运输领域的碳排放。同时，推动绿色物流体系建设，发展共享交通和智能出行，为全国交通领域的低碳转型提供示范路径和实践经验。

按照各地区、各领域目标执行的严格程度而言，可分为**约束型和预期型**两类。约束型目标具有法律和行政上的强制性，是必须严格执行且不能突破的减排要求。这类目标通常纳入政府绩效考核体系，对不达标的地区或部门会采取问责和处罚措施。预期型目标主要起到引导和激励作用，具有一定的灵活性，通常用于鼓励地方和企业积极探索低碳转型路径。这类目标不具有法律强制性，但在政策规划和市场实践中发挥指导作用，如鼓励新能源占比提升、推动电动汽车普及、促进绿色建筑发

展等。预期型目标允许各地根据经济发展和技术进步情况进行调整，为地方在探索绿色发展过程中提供适度的空间和创新动力。

确定低碳发展目标的方法有两种，第一是根据国家目标进行自上而下的分解，是一种以国家战略目标为导向的制定路径，核心在于将国家层面的碳达峰与碳中和目标逐级细化并落实到不同地区及具体行业。这种模式通常以中央政府制定的政策和计划为依据，形成全国性的标准和时间表，各级地方政府和相关部门则根据分配的责任逐步落实行动。在中国的“双碳”战略中，国家明确了到 2030 年碳达峰和 2060 年碳中和的总目标（图 5），需要全国范围内的协调和配合。自上而下的方法确保了全国各地在碳减排行动上的步调一致，避免地方政府为了自身短期利益而忽视减排责任。这种方法的优势在于政策执行力强，能有效调动各级政府和企业的资源进行减排。在约束性目标方面，如能源结构调整、重点行业的减排限额等，自上而下的分解能确保地方政府在限定时间内达标。此外，它还能促使地区之间形成竞争与协作，确保国家在国际碳减排承诺下的政策落实。然而，这种方法也存在一定的局限性。地方经济和产业结构的差异导致部分地区在实现国家设定目标时可能面临困难。如果过于强调统一的标准和时间表，而忽视地方的具体情况，可能导致政策的僵化执行，甚至引发经济发展的矛盾。因此，自上而下的方法虽然有效，但需要适度的弹性空间，以便与地方实际情况相衔接。



出处：《中共中央 国务院关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》

图 5 国家“双碳”战略中的整体目标

另一种方式是从当地的定位和总体发展需求出发，明确经济社会发展目标，从而确定相应的减排目标。自下而上的制定方法是一种从地方实际出发的规划方式，重在根据地方的经济、产业、资源和技术条件，制定与本地发展需求相适应的低碳目标。与自上而下的模式不同，这种方法的灵活性更高，更强调地方政府和企业的创新与主动性。这种模式的起点是地方的发展定位与需求。各地可以根据自身的资源禀赋、产业结构、经济水平和技术基础，明确发展的重点方向。在这一过程中，地方政府会设定更具体的低碳路径和行业目标，确保与地方经济的转型和社会发展同步推进。自下而上的方法可以鼓励地方在国家政策框架内进行创新，如通过试点示范区的建设、鼓励低碳产业集聚等方式推动绿色发展。这种方法特别适用于存在地方特色的区域。然而，单独依赖自下而上的方法也存在风险。地方政府可能更多地关注短期经济利益，若缺乏国家层面的指导和约束，可能导致减排目标的设定较为保守。此外，地方之间的差异性较大，若缺乏全国统一的标准，可能会导致碳减排的进程不一致，影响整体目标的实现。因此，这一方法需要国家政策的支持和监督，确保地方创新不偏离全国的减排方向。

在实际操作中，单一采用自上而下或自下而上的方法都无法完全满足复杂的低碳转型需求，因此**两者结合成为更为常见和有效的路径**。这种模式既确保了国家战略目标的落实，又保留了地方发展的灵活性和自主性，推动低碳目标更加科学、合理且可行。结合模式的第一步是明确国家的宏观战略和总体目标。国家层面需要设定各省的减排任务和时间表，并根据各省的资源禀赋和经济特点进行大致的任务分解。地方政府则在这一基础上，结合本地经济社会发展目标进一步细化，制定具体的行动方案。以此方式，确保全国的低碳发展方向一致，但各地在执行过程中可以进行差异化的调整和创新。这种结合模式不仅能保证政策的连续性和一致性，还能激发地方的创新动力。例如，一些地区在国家政策框架下主动提出提前达峰目标，或开展绿色金融试点、碳市场创新等探索，这些创新做法在全国范围内得到推广和复制。同时，结合模式还能帮助地方在遭遇突发经济变化时进行灵活调整，如面对外部经济波动时适当放缓减排进度，以维护地方经济的稳定。此外，两者结合的方式也增强了政策的可操作性。地方政府不仅执行来自中央的减排任务，还能通过本地规划将其与社会发展目标相结合，提高政策的实际效果。

3 目标体系参考

本手册在梳理了国家对于区域、行业节能减排的主要规划和工作方案等文件后，提供了不同省域设定碳中和发展目标时可以参考的目标列表，如表 1 所示。相关目标可以放在合适的时间尺度内（如 2030 年、2035 年、2050 年和 2060 年）进行设定。

表 1 地方碳中和规划参考目标体系及指标

项目	指标
碳排放	温室气体排放总量、二氧化碳排放总量、单位 GDP 碳排放强度、人均碳排放量、节能环保产业规模、碳市场建设情况等
能源	能源消费总量、能源结构、单位 GDP 能耗强度、非化石能源占一次能源消费比重、风电/太阳能发电总装机容量、核电装机容量、储能装机容量、电网尖峰负荷响应能力、可再生能源制氢量、人均用电量、电气化率、煤电改造规模等
工业	单位工业增加值二氧化碳排放量（下降率）、六大高耗能行业占工业增加值比重、重点行业（钢铁、水泥、电解铝等）碳排放总量与强度、主要产品产能利用率、重点产业低碳技术应用占比（如短流程炼钢占比等）、CCUS 应用情况、可再生能源利用占比、绿色低碳产品评价标准应用情况等
交通运输	城市绿色出行比例、营运交通工具单位换算周转量碳排放强度、轨道交通里程、公路/铁路/水路运输单位客运/货运量/周转量二氧化碳排放、新能源汽车保有量与占比、陆路交通运输石油消费、集装箱铁水联运量、民用运输机场场内车辆装备等电气化等
城乡建设	拆除建筑面积占比、绿色低碳社区比例、节能标准情况及执行率、建筑节能改造比例及效果、绿色建筑比例、民用建筑面积、民用建筑人均碳排放、建筑屋顶光伏利用率、城市供热管网热损失、城镇建筑可再生能源替代率、低/零碳供暖占比、电气化率、装配式建筑占比等
循环经济	生活垃圾资源化利用比例、大宗固废年利用量、9 种主要再生资源循环利用量、建筑垃圾综合利用率、重点产业园区循环化改造量、主要资源产出比例、资源循环利用产业产值等
技术创新	战略性新兴产业增加值占 GDP 比重、低碳零碳技术应用示范工程个数、低碳科技创新企业个数、研发经费投入情况等
生态碳汇	生态系统碳汇量、森林蓄积量、森林覆盖率等

表中的目标体系囊括了不同领域的量化指标，以全面反映低碳发展水平。在碳排放方面，重点关注碳排放总量、单位 GDP 碳排放强度、人均碳排放量等核心指标。需要强调的是，如果采用强度目标，GDP 需要用基准年不变价计算，以保证指标的可比性。能源方面，特别关注能源消费总量和各类能源占比，还细化了发电机组及储能装机容量等指标，

旨在了解能源结构调整和清洁能源应用的成效。低碳发展目标还应当深入到产业、交通运输和城乡建设领域，提出具体的碳排放和节能指标。循环经济、技术创新和生态碳汇在目标体系中也占据重要位置。

案例 2 江苏省分阶段目标设定

江苏省作为中国经济总量领先、工业化程度较高的省份，在“双碳”目标下肩负重要责任，其碳中和发展目标的设定需要结合 2030 年、2035 年、2050 年和 2060 年的时间节点，通过长期规划和阶段性目标相结合的方式推动绿色转型与碳减排。

2030 年作为近期目标，是全国“双碳”战略的近期目标节点，也是江苏省实现碳达峰的关键年份。能源与产业转型是核心。江苏省是中国能源消费和碳排放大省，优化能源结构、促进产业调整迫在眉睫，重点在于推动非化石能源消费比重提升至 25%，战略性新兴产业增加值占 GDP 的 20% 以上，通过降低单位 GDP 能耗强度及控制工业部门的二氧化碳排放（如钢铁、水泥等高耗能行业需控制在工业增加值的 20% 以下），逐步减少煤电比重，力争通过这些举措实现 2030 年前碳达峰目标，为后续碳减排奠定基础。

2035 年是中国现代化建设的重要里程碑节点，对江苏省而言则是实现全面绿色发展、经济转型升级的关键期。江苏省需在全国现代化建设中率先实现经济体系的全面绿色化，基本完成高耗能行业的退出，以高附加值和低碳产业为主导，形成成熟的绿色科技产业，重塑区域经济结构，轨道交通体系进一步完善，所有新建建筑符合绿色建筑标准，推动低碳生活方式全面落地，提高森林覆盖率和绿地面积，增强区域碳汇能力，确保为全国碳中和目标提供稳定支撑体系。

2050 年作为全球碳中和进程的重要时间节点，是江苏省迈向深度脱碳和接近碳中和的重要窗口期。具体目标包括非化石能源消费比重达到 70%-80%，化石能源使用大幅减少、几乎退出主流能源消费结构。高耗能、高排放产业完全退出，经济结构全面转向低碳高效模式。全面建成零碳城市群，轨道交通和新能源汽车实现全覆盖，智慧化、绿色化的交通网络全面形成。实现区域性生态碳汇网络的高度完

善，森林覆盖率和绿地面积进一步提升，确保碳汇能力大幅增强。绿色科技全面渗透传统产业，推动经济效率和碳减排能力协同发展。

2060 年是国家提出实现碳中和的最终目标年，江苏省应在全面构建绿色低碳经济格局后，实现碳中和目标，确保温室气体净排放为零。作为国家经济强省和工业化程度较高的地区，江苏在这一阶段的重点在于深化经济结构转型，推动全面的绿色科技创新与应用，实现资源的高效利用。非化石能源应成为江苏主要能源来源，力争将其占比提升至 90%以上。同时，构建完善的生态保护和恢复机制，以维护和提升生态系统的碳汇能力。2060 年还应确保实现全面的可持续发展目标，推动社会、经济与环境的和谐共生，保障经济增长与生态环境的协调发展。

三、情景分析

在确定各地区的低碳发展目标后，结合各城市各行业的发展实际和定位，设置科学合理的发展情景，分析和预测在不同情境下各城市各行业低碳发展的演变趋势和结果，从而制定各城市各行业科学可行的减排路径。本章主要内容为国内外情景分析主流模型的介绍、在情景设计时需考虑的因素以及情景分析后应展现的结果，从而为确定碳达峰峰值，识别不同省和地级市的减排路径与重点领域夯实数据和实证基础。

1 情景分析模型

1.1 模型类别与主要特征

国际上已有很多较成熟的能源经济模型，研究内容涵盖各个领域。目前，国际上对能源模型还没有比较统一的分类方法，本手册基于建模方法，将模型分为自顶向下模型、自底向上模型、混合模型、系统动力学模型和分解分析模型等。

自顶向下模型：以经济学模型为出发点，应用计量经济学方法建立的宏观经济模型，以能源价格、经济弹性为主要经济指数，集中地表现它们与能源消费和能源生产之间的关系，能够揭示宏观经济的行为理论和运行规律，揭示经济现象中的因果关系，主要适用于宏观经济分析和能源政策规划方面的研究。常见的模型包括 CGE 模型等。

自底向上模型：以工程技术模型为出发点，对以能源消费和能源生产过程中所使用的技术为基础进行详细的描述和仿真，并以能源消费、生产方式为主进行供需预测及环境影响分析的模型。自底向上模型按研究方向分为两类：一类以能源供应、转换为中心，用于分析高效能源技术的引入及其效果；另一类以能源需求和能源消费为分析对象，对各部门由于人类活动变化所引起的能源需求和消费方面的变化，进行详细分析计算。常见的模型包括 LEAP 模型、TIMES 模型等。

混合能源模型：对能源系统（从能源的开采、转化、运输、市场到最终能源需求）的模拟，通过系统仿真来预测各部门能源的供应能力、能源价格、需求量以及宏观经济参数，从而为国家制定能源战略和决策提供信息支持。因此，混合能源模型既包括自顶向下的宏观经济模型，又包括自底向上的能源供应、需求模型。此类模型比较适合中-短期研究，丰富的技术信息有助于解释大部分的能源需求，研究范围多是全球、区域或国家的，结构上也多是包括经济、供应、转化、需求、环境等模块的综合集成模型。典型的模型包括 NEMS 模型、IIASA-WEC E3 模型、POLES 模型等。

系统动力学模型：用于分析复杂系统的长期动态和因果关系。能够模拟随时间发展的复杂系统，且常用于评估政策、方法和环境对复杂系统的影响。在经济系统、治理碳排放、社会系统、能源系统和其他复杂系统的研究中得到了广泛应用。

分解分析模型：能够对某一个或多个研究对象的能源或环境表现的变化及差异进行定量研究，以量化不同影响因素对能源或环境指标变化或差异的贡献程度。现有两种常见分解分析方法：指数分解分析和结构分解分析。如 IDA 模型、SDA 模型。

各类型典型模型的主要功能及优缺点如表 2 所示。

表 2 主要情景模型优缺点简介

模型类别	主要功能	优缺点
自顶向下模型	适用于宏观能源经济分析；用于评估政策的长期影响、能源政策规划的制定。	<ul style="list-style-type: none"> • 采用经济学方法，便于提供经济分析；反映了被市场接受的可行技术；利用大量的数据来预测；通过经济指标决定能源需求，但是强调能源供给的变化。 • 不能详细地描述技术；低估了技术进步的潜能，不能控制技术进步对经济的影响。
自底向上模型	适用于能源技术选择策略研究、能源技术对环境的影响分析、能源供需预测、能源技术的成本分析、能源政策分析。	<ul style="list-style-type: none"> • 对技术有详细的描述；反映了技术的潜力；利用分散的数据详细地描述供给技术，但是强调能源消费的变化；直接评价技术选择的成本。 • 利用工程学方法，不擅长经济分析；可能高估技术进步的潜能。
混合能源模型	适用于能源供需预测、能源政策分析、能源环境措施分析、能源技术的演化及成本分析。	<ul style="list-style-type: none"> • 综合了上述两种模型的优点，既充分考虑技术选择的成本，又考虑了价格弹性的作用，是对整个能源系统的模拟和分析；便于进行更详尽的能源经济分析。
系统动力学模型	用于分析系统长期动态行为、评估政策影响、以及优化系统性能。	<ul style="list-style-type: none"> • 能较好地反映出环境的系统性、非线性、动态性、区域性等特征。 • 对大规模系统或长时间模拟，计算资源需求较高；对输入参数的敏感性可能导致结果的不确定性，模型的可靠性需要进一步验证。
分解分析	量化不同影响因素对能源或环境指标变化/差异的贡献程度。	<ul style="list-style-type: none"> • 帮助识别和量化影响因素、提供趋势观察和政策评估、支持数据驱动决策，以及促进对复杂系统的理解和可视化。 • 局限于线性关系，许多分解分析方法假设变量间是线性关系，可能无法准确反映复杂系统。

案例 3 典型模型介绍

CGE 模型：

CGE 模型（Computable General Equilibrium Model）是“自上而下”模拟方法的典型代表之一，最早由挪威经济学家约翰森（Johansen）1960 年提出。该模型利用非线性函数对供给、需求和市场之间的关系进行描述，在生产者利润、消费者效益、进口收益利润和出口成本等一系列优化条件下，对各个市场的均衡状态进行模拟。

CGE 模型已被应用于各类气候变化减缓政策的分析，其复杂结构允许独立或耦合其它模型评估多维政策影响，包括经济、社会、能源、碳和其它环境影响，以反映对可持续发展的全面效应，其中经济、能源和碳相关的影响评估数量最多。实践证明,基于一般均衡理论的能源-经济-环境 CGE 模型能够较为有效地分析和模拟公共经济政策、能源政策及环境政策的实施结果。

CGE 模型通常包括生产供给模型（描述不同部门和生产要素的供给情况）、最终需求模型（描述消费者需求和政府支出等最终需求）和价格决定模型（确定商品和生产要素的价格）等。通过这些组成部分，CGE 模型能够全面模拟经济系统的运行情况，并进行政策分析和预测。清华大学能源环境经济研究所和麻省理工学院合作开发了全球多区域、多部门CG模型，用于模拟能源与气候政策对于经济、产业、贸易、能源以及二氧化碳排放的影响，其模型结构如图 6 所示。

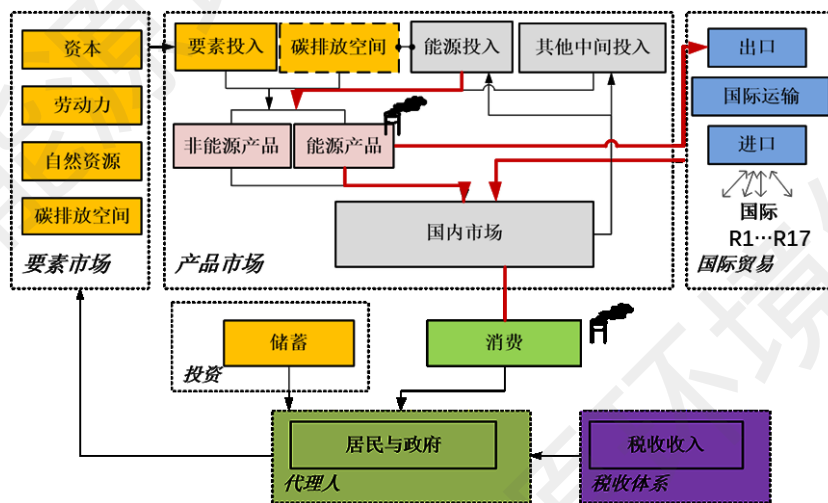


图 6 图 1C-GEM 基本结构示意图

CGE 模型需要的数据主要包括以下几个方面：①投入-产出表（SAM 表）：CGE 模型的核心数据是投入-产出账户，即 SAM 表。SAM 表描述了经济系统中各个部门之间的交易关系，包括生产、消费、投资、政府支出等；②价格数据：CGE 模型需要详细的价格数据，包括商品价格、要素价格（如劳动力、资本等）和政府预算数据；③生产函数参数：描述生产过程中各种投入的组合方式，如资本、劳动力的替代弹性等；④需求函数参数：描述消费者对不同商品

的需求行为，包括收入弹性、价格弹性等；⑤政策数据：包括各种经济政策的数据，如税收、补贴、关税等，用于模拟政策变化对经济的影响；⑥外部冲击数据：如自然灾害、国际价格变动等，用于评估这些外部因素对经济的影响。

LEAP 模型：

LEAP 模型（Long-range Energy Alternatives Planning System），即长期能源替代规划系统，是“自下而上”模拟方法的典型代表之一。该模型是一种基于情景分析的经济—能源—环境多领域复杂系统的综合模型，由斯德哥尔摩环境研究所与美国波士顿大学共同开发。LEAP 拥有灵活的结构，使用者可以根据研究对象特点、数据的可得性、分析的目的和类型等来构造模型结构和数据结构，可以用来分析不同情景下的能源消耗和温室气体排放，这些情景是基于能源如何消耗、转换和生产的复杂计算，综合考虑关于人口、经济发展、技术、价格等一系列假设。LEAP 模型被广泛应用于国家、省、市等不同尺度范围，建筑、交通等不同行业的能源需求与规划、碳排放水平估算、碳达峰时间预测等研究中。

LEAP 模型需要的数据主要包括以下几类：①宏观经济社会数据：包括 GDP、人口、工业产值、城市化率等，这些数据用于理解城市或国家的经济发展状况和能源需求的基础；②能源相关统计数据：包括能源消费量、能源结构等，这些数据帮助模型划分不同的部门和能源品种，综合考虑宏观经济社会发展、能源环境政策及能源技术水平的影响；③能源平衡数据：当前和过去的能源平衡数据，包括按部门或子部门划分的能源消耗和生产数据。这些数据描述了能源的输入、转换、分配和最终使用等环节；④温室气体排放因子：用于计算温室气体排放量，这些数据帮助模型进行污染和温室气体排放分析。

1.2 模型比选原则

在情景分析前，基于各城市各行业的发展实际，选取合适的模型进行分析将直接影响到情景分析结果的准确性和有效性。情景分析模型的选取应遵循适用性、全面性、动态性和前瞻性等原则。

适用性：设计情景分析时应基于情景分析的目标、各城市各行业的发展实际及演变特征、数据的可获得性等因素，结合各模型的优缺点和适用范围，选取合理的模型进行分析，情景分析的结果更具有适用性和合理性。

全面性：情景分析需要覆盖所有可能的情景，确保没有遗漏任何重要的因素或事件，因此需要构建多种可能的发展情景进行模拟和比较。通过比较不同情境下的结果，可以更加全面地了解分析对象在不同发展环境下的表现和风险。

动态性：情景分析需要根据内外部环境的变化进行及时调整和重新分析。把握和分析对象及其环境的不断变化，包括市场环境、技术发展、政策法规等方面的变化。这些变化可能直接影响情景分析的准确性和有效性，因此需要在分析过程中不断调整和更新。

前瞻性：情景分析时不仅要关注当前的情况和问题，还要能够遇见未来的发展趋势和可能面临的挑战，提前规划应对策略，避免被动应对。通过构建各城市各行业未来发展的情景，预测其未来低碳发展趋势，从而制定符合各城市各行业的低碳发展路径。

2 情景设计

地方低碳发展的宏伟蓝图立足于国家政策规划的宏观指引与地方发展的独特机理，需要精准识别主导低碳转型的关键影响因素，以此为基石，构建情景模型并设置情景参数模拟不同情景，从而预测地方低碳转型时间与转型进程，并运用定性比较分析法得出符合地方实情的具体路径，为地方低碳发展提供科学指导。

为贯彻落实国家低碳发展的战略部署，推动地方经济绿色转型，特制定以下低碳转型路径设计方案。旨在围绕产业结构优化、能源结构升级、技术创新驱动、绿色生活方式推广等方面，为后续的情景设计方案奠定坚实基础，确保地方低碳转型步伐与国家宏观战略同步，共同迈向绿色、低碳、可持续的未来。

2.1 情景设定

一般来说，情景设定包括：基准情景、低碳情景、强化政策情景和强化低碳情景等。

在**基准情景**下，地方低碳转型将遵循现有政策和发展趋势，不采取额外的强化措施。此情景的参数设定主要基于当前能源消费结构、产业结构和低碳技术普及程度。

低碳情景则是在基准情景的基础上，采取更为积极的策略，推动地方向低碳经济转型。此情景的设计着眼于加大低碳技术的推广应用，促进清洁能源的使用，以及优化产业结构。通过实施一系列创新政策和市场机制，如碳交易、绿色金融等，低碳情景旨在加速减碳步伐，提升地方低碳发展的整体水平，为实现更长远的碳排放目标奠定基础。

在**强化政策情景**下，地方将实施更为严格的低碳政策，加大产业结构调整 and 能源结构优化力度。参数设定将体现以下特点：能源消费总量和碳排放强度下降幅度加大，非化石能源消费比重显著提高；高碳产业淘汰速度加快，低碳产业得到快速发展；低碳技术研发和应用得到政府大力支持，新技术推广速度加快，对碳排放的削减效果更加明显。

强化低碳情景代表了一种更为深远和彻底的低碳转型路径。此情景下，地方将采取强有力的政策措施，包括设定严格的碳排放总量控制目标、推动能源和产业革命、实施全面的绿色生活方式等。

2.2 参数设定

在情景设计中，关键参数涉及多个维度，具体包括以下几个方面。

人口、经济与产业：包括人口的增长动态、城乡分布比例、城乡家庭户数及家庭成员平均数、GDP 增长率、第一/二/三产业比重的演变等。

能源需求与结构：钢铁/水泥/平板玻璃/原油加工等能源密集型产品与原材料的需求量、煤炭/石油/天然气/核能/太阳能/风能等在一次能源消费中的占比等。

交通与建筑：每千人机动车保有量、公交车保有量、出租车保有量、运营卡车保有量、运营客车保有量、非运营卡车保有量、非运营客车保有量、城镇与农村的人均居住面积、公共建筑总面积、家电保有量等。

技术水平：低碳技术的普及率、现有技术水平、技术组合的变化等。

2.3 路径规划设计

基于地方低碳转型的情景设计，广泛吸纳政府、企业、研究机构、公众等相关方的建议，构建不同情景下的路径规划设计。

在基准情景下，路径设计遵循当前政策框架和发展趋势。具体路径包括：持续实施节能减排措施，优化现有能源使用效率，推动传统产业的技术升级，以及逐步提升公共交通系统的低碳化水平。

低碳情景下的路径设计将更加注重绿色低碳发展。如，加速淘汰高污染、高能耗的产业，大力推广清洁能源和可再生能源的使用，鼓励绿色建筑和低碳交通的发展。此外，将制定一系列激励政策，支持低碳技术和产品的研发与应用，以及推动碳市场建设，促进碳减排成果的市场化交易。

在强化政策情景下，路径设计侧重于政策的强化和执行力度。制定更为严格的环保法规和排放标准，实施碳排放总量控制，加大对低碳产业的财政补贴和税收优惠，以及建立完善的碳排放监测和报告制度。

强化低碳情景下的路径设计追求更高质量的低碳转型。全面实施绿色低碳发展战略，推动能源、交通、建筑和工业等领域的深度脱碳。如，大规模部署可再生能源，推广零碳建筑和绿色交通，发展循环经济，以及实施 CCUS 技术。

3 情景结果

输入既定参数指标至选定的模型中，能够分析不同情景下，地方未来的碳排放走向及低碳转型路径。不同模型方法的输出结果不尽相同，

一般可输出所设定的不同情景、不同时段下地方的一次能源消费量及结构、发电装机容量和构成、发电量及构成、终端能源需求量及构成、分行业能源需求量及构成、单位产品和服务量的能源强度、碳排放量（排放峰值）、投资需求、实现排放路径的技术与政策措施等。

不同情景下的碳排放趋势：在地方低碳转型路径情景设计下，不同情景的碳排放趋势呈现出显著差异性。在基准情景中，碳排放量呈现逐步上升趋势，表明如果不采取额外的减排措施，地方碳排放将难以控制。在减排情景下，通过实施一系列低碳政策和措施，碳排放量呈现出先升后降的态势，显示出低碳转型的积极效果。特别是在强化减排情景中，碳排放量增速明显放缓，并在较短的时间内达到峰值，随后逐步下降，体现了地方在推动绿色低碳发展方面的坚定决心和显著成效。

地方低碳转型程度：地方低碳转型程度反映了地方生态文明建设的进程和绿色发展理念的实践深度。在积极推进低碳转型的过程中，地方的转型程度体现在多个层面。一方面，能源结构的优化升级是衡量转型程度的关键，通过提高清洁能源比重，减少对化石能源的依赖，地方展现出了显著的低碳发展态势。另一方面，产业结构的调整和创新也是转型程度的重要标志，地方通过淘汰落后产能，发展战略性新兴产业和循环经济，有效降低了单位 GDP 的能源消耗和碳排放。

地方低碳转型路径：贯彻落实国家生态文明建设战略的重要举措，旨在通过一系列系统性和长远性的规划与行动，推动地区经济社会的绿色可持续发展。基于模型模拟分析结果，可进一步分析不同情景下能源结构、电源结构、技术进步、单位 GDP 能源强度、单位 GDP 碳排放强度、人均 GDP、人均能源消费、人均碳排放、实施各种减排技术措施、生活方式等变化的节能减排效果，及其对实现地方低碳转型目标的贡献。综合情景分析的结果与地方实际，结合充分调研，可得出地方低碳转型的具体路径。

四、重点领域与主要任务确定

中国地域辽阔，各地区在自然资源禀赋、区划功能、经济发展水平、产业结构、能源结构、技术水平等方面存在较大差异，各地区应当根据本地特点因地制宜、科学合理制定碳达峰碳中和战略措施。围绕碳达峰碳中和目标，各地正在积极制定甚至已经出台相关发展规划或行动计划。然而从已经出台的一些地方性碳达峰碳中和规划来看，不同地区的总体思路大同小异，缺乏地域独特性和针对性，这意味着一些地区的碳达峰碳中和工作可能没有抓住关键环节和重点领域，很可能影响双碳工作的效率，不利于双碳工作与经济社会发展其他领域的协同。

1 重点领域

碳达峰碳中和的重点领域主要涉及碳排放的源头和减排的关键环节，这些领域是推进碳达峰碳中和工作的基础。具体来说主要包括以下方面。

能源领域：作为碳排放的主要来源，能源领域的碳达峰碳中和工作至关重要。包括煤炭、石油、天然气等传统能源的清洁高效利用，以及风能、太阳能等可再生能源的规模化发展。

工业领域：工业是碳排放的重要领域，特别是钢铁、水泥、石化等高耗能高排放行业。这些行业需要加快低碳工艺革新和数字化转型，降低碳排放强度。此外，还需加快传统产业的低碳改造，遏制高排放、高污染、低水平项目盲目扩张。

交通运输领域：交通运输经济社会发展的重要组成部分，同时在我国能源消耗和碳排放中占有较大比重。加快构建低碳交通运输体系，优化交通运输结构，推广节能低碳型交通工具，提升交通工具的能效水平，是降低交通运输领域碳排放的关键。

城乡建设领域：城乡建设和管理模式的低碳转型也是碳达峰碳中和的重点领域之一。包括推广绿色建筑、提高建筑节能标准、加强城市绿化等方面的工作。

农业领域：农业碳排放是基础性、生存性排放，需准确把握降碳与供保的关系，守住粮食安全底线，保障重要农产品供给。提高禽畜粪肥还田，对农业碳排放和面源污染的减少具有显著的环境效益。提高农田秸秆综合利用率，可实现的固碳减排总量约占 27.7% 的农业系统碳排放量和 2.1% 的全国碳排放总量。

生态系统碳汇领域：生态系统碳汇是绿色、经济、规模化实现“双碳”目标的技术途径。提升生态系统碳汇需要与国土空间规划和生态保护相结合，稳定现有森林、草原、湿地、滨海等碳汇，并实施生态保护与修复等重大增汇工程。需有效开展生态补偿和区域的经济联动，根据不同地区的资源禀赋研发减排增汇技术，形成有差别的发展方案。

资源禀赋、产业结构、城市化程度、科技创新水平、能源消耗和碳排放现状等都是地区确定碳达峰碳中和重点领域需考虑的因素。地方在编制碳中和规划时，需要评估自身在能源、工业、交通、城乡建设、农业以及生态领域的减排增汇潜力，将减排空间大的领域作为重点。从资源禀赋看，我国西部地区的风能、太阳能等可再生能源发展潜力相对更大，对传统化石能源更为依赖，需要将能源结构转型作为重点；东部沿海地区的经济体量大，能源需求更大但能源资源禀赋有限，需要通过产业转型升级，将高能耗产业逐步转移至中西部能源禀赋更好的区域；农业和生态领域的减排重点应放在农产品生产基地和生态脆弱或重点保护任务集中的区域。各地区要结合区域重大战略、区域协调发展战略和主体功能区战略，从实际出发推进本地区重点领域的绿色低碳发展。

重点领域的选取还需要考虑**碳中和实施的阶段性**。首先，能源和工业领域是当前减排工作的重点，应集中资源和力量进行减排。其次，虽然交通运输和城乡建设领域的碳排放量相对较小，但随着时间的推移，这些领域的重要性将逐渐增加，因此需要逐步加大关注和投入。最后，农业、生态系统碳汇领域和非二氧化碳温室气体排放的问题也将随着时间的推移而变得越来越重要，需要逐步提升其在规划中的地位。地方在制定碳达峰和碳中和规划时，应根据阶段性特征，合理分配资源和注意力，以实现有效减排和可持续发展。

2 主要任务

碳达峰碳中和的主要任务是为了实现上述重点领域的减排目标而采取的具体措施。主要包括：

调整产业结构：通过制定和实施行业碳达峰碳中和实施方案，推动传统产业绿色低碳改造，加快发展绿色低碳产业，形成节约资源和保护环境的产业结构。

构建清洁低碳安全高效的能源体系：包括大力发展可再生能源、严格控制化石能源消费、提升能源利用效率、构建新型电力系统等工作。

强化节能降碳管理：包括加强节能法律法规和标准体系建设，强化节能目标责任考核，实施工业、建筑、交通等领域的节能改造提升示范项目和重点工程，推广高效节能设备的使用，优化基础设施规划布局，提高电气化水平和设施能效水平等。

绿色低碳科技攻关和推广应用：包括开展低成本可再生能源制氢、低成本二氧化碳捕集利用与封存等技术创新，加快碳纤维、气凝胶、特种钢材等基础材料研发，推广先进成熟绿色低碳技术，开展示范应用等。

巩固提升碳汇能力：包括严守生态保护红线，稳定现有森林、草原、湿地、海洋、土壤、冻土、岩溶等固碳作用；实施生态保护修复，加强退化土地修复治理，提升生态系统固碳能力。

主要任务的选取同样要依据资源禀赋、产业结构、发展阶段等具体条件，因地制宜，秉持减排潜力更大、成效更显著、自身更易实现的原则，围绕重点领域减排目标实现这一主线展开。例如在能源资源富集地区，能源领域减排是重点，要把大力发展可再生能源放在更突出的位置，同时在产业布局上可以结合自身的能源优势将高能耗低水耗产业承接过来带动经济发展。在城市建设领域，我国不同地区由于所处发展阶段差异也造成了减排的主要任务有所不同，发达地区由于在城市化早期阶段就已经完成了大规模开发建设，因此在节能减排方面的主要任务集中在对大量老旧建筑进行节能改造；相比之下，欠发达地区的城市化进程起步较晚，既有建筑改造的减排潜力可能不如发达地区显著但在新建项目，

尤其是补充基础设施短板方面的规模和比例相当大，节能减排的重点应放在新建设施的绿色低碳技术应用上。

主要任务的选取也需要考虑到碳达峰碳中和过程的阶段性，做好时序安排。从全国来看，能源领域和工业领域需要率先达峰，构建清洁低碳安全高效的能源体系不仅需要提升一次能源中的可再生清洁能源的比例，终端特别是高能耗行业的电气化程度提升也需要协同开展，否则将影响减排成效。

3 重点工程及项目

3.1 重点工程及项目的遴选

纳入实施方案的重点项目应根据不同地区的具体情况，先制定出与当地发展阶段相适应性的减排技术遴选原则。例如，相对先进、节能减排潜力大、推广普及潜力大、所需投资基本落实、有明确的具体实施进程、有确认的监管和责任单位、领域或行业推荐的技术、列入国家节能减排技术推广目录的技术、相关部门做过经济可行性评估分析的技术等。总体上，重点项目遴选需考虑以下**三个原则**：

一是**低碳水平先进性**。对于拟开展的近零碳排放示范工程的区域而言，其所需满足的前提条件是低碳发展水平较高，碳排放总量已经达到或接近峰值，应优先考虑那些近期有望实现近零碳排放目标的区域。

二是**区域平衡性**。近零碳排放示范区的选取，在满足低碳水平先进性的基础上，也应注意示范区分布的区域平衡性。我国幅员广大，不同地区间差别显著，即便是在同一省或直辖市内，各自的资源条件、经济发展水平以及自然环境和文化背景也呈现出多样性。低碳减排项目在区域内的平衡分布有利于成功模式和经验因地制宜的复制与推广。

三是**类型多样性**。由于地区低碳发展水平及其地域分布的差异，不同地区实现近零碳排放的途径不尽相同。例如：风能、太阳能等零碳能源禀赋优越型，森林、草地等碳汇资源丰富型，以及产业节能降碳改造升级类型等等。

重点项目的遴选通常按照**效率优先原则**，采用**竞争性分配机制**，在科学论证、民主决策的基础上优选扶持项目；同时，竞争性分配过程需公开透明，广受监督。依据主管部门确定的遴选方案，通过专家评审实施遴选，专家组依据遴选指标现场打分。由于低碳减排重点项目涉及多个专业领域，专家组成员来自低碳发展、交通运输、城乡建设、产业经济、财务等领域，统一从地方专家库中抽取。

低碳减排重点项目的遴选，需包含专业评审与财务评审两个方面的考察内容。其中，**专业评审**从项目基础与规划、预期成效等方面构建指标体系。具体来说，项目基础与规划方面需包含现有低碳减排工作基础、当前碳排放水平、能源消费现状、生态环境现状以及技术方案和组织保障等方面，预期成效则从预期碳排放下降、预期可再生能源利用以及项目示范性、社会效益、技术前沿或技术创新等方面设定二级指标，还需考虑项目所在领域特点制定专项指标。**财务评审**需考虑承担单位的财务管理状况、承担单位的主营业务收入、承担单位的资产负债率、使用财政资金的预算方案、承担单位的相关资金投入等。

3.2 重点工程及项目的评估

基于地区重点项目实施方案清单，分析其对当地实现规划期内的总体减排目标，以及分领域减排目标的影响和贡献，可以从以下几个方面展开：一是**项目与地方碳中和规划的一致性**，评估项目是否与地区节能减排规划相符合，能够支持地区实现其规划期内的总体减排目标；二是**技术先进性与创新性**，考察项目所采用的技术是否先进，是否能推动地区内相关技术的发展和应；三是**减排效果量化评估**，量化分析项目预期减排量与实际减排量，以及这些减排量在规划期内总体减排目标中的比例；四是**经济性分析**，包括成本效益、投资回报率分析，以及对地区经济发展的推动作用；五是**社会效益与环境效益**，评估项目是否改善环境质量、提供就业岗位、提高居民生活质量；六是**公众参与和社会接受度**，考察项目在规划和实施过程中的公众参与程度与居民接受支持程度，是否提高公众低碳认知。

对于项目实施对地方碳排放减少的贡献，需对项目实施前后碳排放情况进行纵向对比，并与所在区域、行业（产品）进行横向对比，评价

项目实施前后的二氧化碳排放水平，分析碳减排潜力；分析对区域碳排放强度考核目标可达性和对区域碳达峰碳中和的影响；并提出项目碳排放影响评价结论。

案例 4 《浙江省建设项目碳排放评价编制指南（试行）》的评价标准

浙江省生态环境厅 2021 年发布《浙江省建设项目碳排放评价编制指南（试行）》。其中项目碳排放绩效评价的横向评价以国家和省级公开发布的碳排放强度基准（标准）作为评价依据，评价指标包括单位工业增加值碳排放量 $Q_{工增}$ 、单位工业总产值碳排放 $Q_{工总}$ 、单位产品碳排放 $Q_{产品}$ 、单位能耗碳排放 $Q_{能耗}$ 。纵向评价根据拟实施项目和企业现有项目绩效核算结果，对项目实施前后企业碳排放绩效进行纵向对比评价，项目实施后工业增加值碳排放强度原则上不高于现有项目。

项目实施对项目所在区域碳排放强度考核的影响分析，依据所在区域公开发布数据，核算项目实施后项目工业增加值碳排放对区域碳排放强度影响的比例。拟建设项目增加值碳排放对区域在规划期内年碳排放强度影响比例的计算公式如下：

$$\alpha = \left(\frac{E_{碳总}}{G_{项目}} \div Q_{地区} - 1 \right) \times 100 \quad (\text{公式 2})$$

其中， α ：项目增加值排放对地区碳排放强度影响比例； $E_{碳总}$ ：拟建设项目满负荷运行时碳排放总量(tCO₂)； $G_{项目}$ ：拟建设项目满负荷运行时年度工业增加值(万元)； $Q_{地区}$ ：地区碳中和规划设置的年碳排放强度目标。

当 α 数值大于 0，该项目对地区碳强度目标实现有负效应，须结合项目规模、产值和碳排放总量等实际情况，综合分析项目对区域碳排放强度目标可达性的影响程度，并提出减排措施和计划。

对碳达峰碳中和的影响分析，依据所在区域公开发表数据，核算拟实施项目碳排放量占地区达峰年或中和年年度碳排放总量比例，计算公式如下：

$$\beta = (E_{\text{碳总}} \div E_{\text{地区}}) \times 100\% \quad (\text{公式 3})$$

其中， β ：项目碳排放量占区域达峰年或中和年年度碳排放总量比例； $E_{\text{地区}}$ ：达峰或中和年落实到该地区年度碳排放总量(tCO₂)。

当 $\beta \geq 0.15\%$ 时或项目碳排放量 ≥ 2.6 万吨（综合能耗 1 万吨标准煤以上）时，需综合分析项目与当地碳达峰碳中和行动的关联性和碳达峰碳中和方案符合性。

五、关键碳中和技术分析

地方编制碳中和规划过程中，需结合自身碳中和规划期内的碳排放和减排目标和方法，本着技术先进、节能减排潜力大、减排成本相对较低、推广普及空间大、具有可持续竞争力等原则识别当地各领域的减排技术。也可考虑将地方各领域相关规划或调研中涉及的技术纳入选择。

1 碳中和技术需求

碳达峰与碳中和目标的确立对科技创新，特别是整体技术布局与技术发展方向提出了全新要求。一是预示着未来减排力度发生深刻变化，对能实现深度减排的低碳、零碳和负碳技术需求明显增强。二是对能源供给侧和消费侧产生巨大影响，不仅需要工业、交通、建筑等消费侧部门积极响应，而且需要电力、燃料等能源供给侧部门作出主动调整，负碳电力系统的重构、零碳能源体系的建立，以及近零排放工业流程的重塑亟需科技创新。三是给经济社会发展模式带来颠覆性改变，需要兼顾减排目标实现、能源资源安全和经济社会可持续发展的多重需求，处理好“发展和减排、整体和局部、短期和中长期、政府和市场”四个关系。

为保障我国碳排放高质量达峰和实现碳中和目标提供技术可行、经济可承受的科技支撑，是我国碳中和技术发展的总体目标。电力、工业、建筑和交通等社会经济部门的排放是我国碳排放的主要来源，需结合各

部门自身排放结构和发展异质性，明确推广需要的碳中和技术，同时考虑非二氧化碳排放的削减（图 7）。

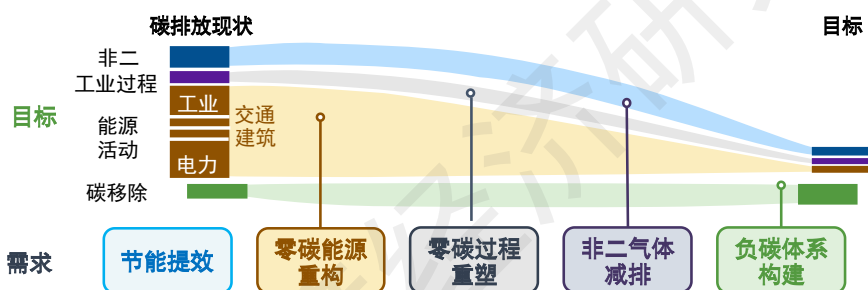


图 7 不同部门的碳中和技术需求

电力部门是实现 2060 碳中和目标的关键所在。能效进步、可再生能源占比提升是达峰期的主要减排手段，高比例非化石能源电力系统的安全性和灵活性将成为重大难点，电力系统集成优化减排技术与各类需求侧响应技术需开始部署。随着电力系统逐步实现零碳排放，提高能源生产及利用效率的贡献将下降，可再生能源及核能发电技术，以及对应的储能及配套电网技术、集成优化技术将不断推广，成为电力部门减排的主要贡献技术，CCUS 技术和生物质耦合碳捕集利用与封存（BECCS）等负排放技术开始进入商业推广阶段。到电力系统实现负排放，化石能源发电将全部采用 CCUS 技术，并通过 BECCS 等实现负排放。

工业部门是中国的能耗和碳排放大户，是实现碳中和目标的重点领域。实现工业部门的高质量达峰，主要依靠工业生产节能、减少工业产品需求量以及提升产品利用率的节材技术。工业原料替代、工艺革新与 CCUS 技术大都还在研发阶段，达峰期贡献较少。随着相关技术潜力和技术成熟度的改变，各类技术的贡献占比也将发生较大变化：节能技术潜力相对下降，节材技术、工业原料替代、工艺革新与 CCUS 技术将随着有关技术的成熟，推动工业过程重塑，其减排贡献不断增加，成为工业部门碳中和的主要技术。

对于建筑部门，服务需求减量以及效率提升技术为 2030 年之前的主要减排手段；调整能源结构与可再生能源利用技术，包括建筑电气化、光伏建筑一体化等在此阶段需积极部署。对于建筑部门实现近零排放，能源结构优化是主要途径，包括电气化的显著提升、零碳热力的推广等。

建筑负荷柔性化技术通过调节建筑负荷曲线实现电网友好，是未来高比例可再生能源发展的重要支撑，应加快技术攻关。

交通部门碳减排潜力大、难度高。发展公共交通、优化运输结构等需求减量技术和提高能源利用效率技术是尽早达峰的主要减排手段。电动货车、生物柴油燃料技术等燃料替代技术对实现交通部门快速深度减排将起到关键作用，需积极研发部署。同时，交通用能供需匹配技术应在全国普及和应用，以减轻交通部门的供需矛盾。预计航空与远洋航海到中和期还可能有一部分排放难以削减，需要颠覆性技术。

现阶段非二气体的管控与减排相关技术还较为薄弱，亟需科技相关部署与支撑。要实现非二气体尽快进入减排期，完全消减需求和替代原有需求为主要减排手段。预计到 2060 年仍有部分非二气体难以减排，剩余的排放量需要颠覆性技术的研发与应用。

2 关键技术识别

识别地区碳中和发展的关键技术是一项复杂而系统的过程，需要从地区自身特点与需求、技术成熟度与可行性、减排潜力与效果、政策法规支持、社会经济影响等多个方面考虑。不同方面的主要内容如下。

地区特点与需求：

- **资源禀赋：**考虑地区的自然资源，如太阳能、风能、水能等可再生能源的丰富程度，以及化石能源的分布和开采条件。这些资源将直接影响碳中和技术的选择和应用。
- **产业结构：**分析地区的产业结构，特别是高耗能、高排放的行业和领域，如钢铁、有色、水泥、石化化工等。这些行业将是碳中和技术应用的重点。
- **经济发展水平：**地区的经济发展水平将决定其能够投入的资金和资源，以及对碳中和技术的需求和接受程度。

技术成熟度与可行性：

- **技术成熟度：**评估各项碳中和技术的成熟度，包括技术研发、示范应用、产业化推广等阶段。优先选择已经成熟并可以立即应用的技术。
- **技术可行性：**考虑技术在地区内的适用性，包括技术实施的条件、成本、效果等。确保所选技术能够在地区内得到有效应用。

减排潜力与效果：

- **减排潜力：**分析各项技术在地区内的减排潜力，包括减少碳排放的数量、降低能耗的程度等。优先选择减排潜力大的技术。
- **减排效果：**评估技术在应用过程中的减排效果，包括减排的稳定性、持久性等。确保所选技术能够持续有效地降低碳排放。

政策与法规支持：

- **政策导向：**了解国家和地方对碳中和技术的政策导向和支持力度，包括财政补贴、税收优惠、金融支持等。优先选择符合政策导向的技术。
- **法规要求：**考虑地区内的法规要求，如碳排放标准、环保法规等。确保所选技术符合相关法规要求，避免违法风险。

社会与经济影响：

- **社会接受度：**考虑公众对碳中和技术的认知和接受度，以及技术对社会生活的影响。优先选择社会接受度高、影响小的技术。
- **经济效益：**评估技术在应用过程中的经济效益，包括降低成本、提高生产效率等。确保所选技术能够在经济上可行，为地区带来实际收益。

3 关键技术评估

关键技术的适用性评估，主要考虑技术的能源消耗、污染物排放、经济成本和技术特性及其影响因子，构建综合评价指标体系（表 3）与评价等级标准，根据评价指标值和综合评价模型判别适用性。

表 3 减排技术适用性评价指标体系

准则层	评估层
能源利用	单位产品综合能耗、单位产品电耗、单位产品水耗
污染物排放	SO ₂ 排放量、烟尘率、单位产品污水量、单位产品 CO ₂ 排放量
投入成本	单位产品总投资成本、投资回收期、单位产品生产成本
技术特性	技术成熟度、技术可靠性、技术普及程度、技术推广应用前景

六、政策与行动分析

在编制地方碳中和发展规划过程中，减排政策措施的支撑、驱动与保障作用贯穿始终。根据地方选用的碳排放和减排目标的情景分析方法，编制小组需考虑政策措施对当地碳排放和减排目标的影响程度、政策时效性与潜在效果，以及克服实施障碍的能力等因素，识别规划提出的综合和分领域的关键措施，列出初步的政策措施清单。

1 主要政策与行动

地方碳中和可采用的政策工具是多层次的多角度的，借鉴环境政策工具三分法这一主流分类方式，可以分为基于行政机制的命令-控制型政策工具、基于市场机制的经济激励型政策工具和基于自愿机制的自愿型政策工具。

1.1 基于行政机制的命令-控制型手段

基于行政机制的命令-控制型手段，主要通过政府的直接干预指导减排行为，具体包括制定法律法规，制定相关企业必须遵守的低碳标准、规范或指南，对下级政府或单位提出具体减排目标（如碳排放双控），对碳排放行为施加监管或督察等等，行政手段具有强制性，其实施结果的可预见性较强，通过行政命令快速执行，但可能存在灵活性不足、执行成本高、影响经济效率等问题。

制定地方性相关法规条例：地方政府可以根据中央的指导方针和政策，结合本地区的实际情况，制定相应的地方性法规和政策。其主要作用是确保碳中和工作有法可依，规范各方行为，明确法律责任，推动社会各界积极参与碳中和行动。

制定标准、规范或指南：通过制定地方性的碳排放行业标准或规范，如碳排放核查、低碳水平评价等，能够确保碳排放数据的准确性和可靠性，为企业碳排放管理提供明确的行动框架，指导其减排的具体操作。

下达减排目标：明确下级政府、行业和企业的减排目标，并将其纳入考核体系，明确减排任务和责任主体，推动各方积极参与减排行动，确保减排目标的实现。

加强监管与执法：建立健全碳排放监管体系，加强对企业碳排放的监管和执法力度，确保企业按照规定进行碳排放管理，推动碳达峰碳中和目标的实现。

1.2 基于市场机制的经济激励型手段

基于市场机制的经济激励型手段，狭义上主要指收取碳税和碳排放交易这两个最重要的政策工具，广义上还包括财政补贴、金融债券、押金返还等等多种措施。经济手段具有灵活性高、透明度高、可持续性等优点，能够有效促进企业的创新技术研发应用，激励其自主减排，提高资源配置效率，但也会产生市场失灵、分配不公等问题，此外，经济主体对上述工具的反应存在时滞，工具的作用往往要通过一段时间才能显露出来。

发行绿色债券：为低碳项目提供资金支持，吸引社会资本投入，拓宽低碳项目的融资渠道，降低融资成本，推动低碳项目的建设和运营。

绿色金融政策：如绿色信贷、绿色保险等，通过金融手段支持低碳产业的发展，引导资金流向低碳产业，降低绿色项目的融资门槛和成本，推动绿色经济的发展。

发放低碳补贴：对采取低碳技术和措施的企业给予财政补贴，降低其转型成本，激励企业采用低碳技术和措施，加速技术升级和转型步伐，推动低碳产业的发展。

收取碳税：对碳排放企业征税，增加企业碳排放的经济成本，迫使其减少碳排放量，推动低碳转型。

其他财政措施：如设立低碳发展基金，用于支持低碳技术的研发和推广；对低碳产品进行政府采购，推动低碳产品的普及。其主要作用是提供资金支持，推动低碳技术的研发和应用，促进低碳产品的市场化和普及化。

1.3 基于自愿机制的社会治理手段

基于自愿机制的自愿型手段也可以说是社会治理手段，是指由行业协会、企业自身或其他主体提出的、企业可以参与也可以不参与、旨在保护环境的协议、承诺或计划。这类工具往往采取多种方式进行信息披露和提高公众参与，如科学碳目标倡议（Science Based Targets initiative, SBTi）、碳普惠等方式，增强政策透明度，提升全社会减排的良好氛围和生产生活方式，但一般不具有强制性约束力。随着这类工具的广泛使用，有可能逐渐发展成为兼具自愿型和经济激励型特征的工具，约束力和强制性逐渐提升，如碳标签、ESG披露等。

推行低碳标志标识：通过信息透明化以及上下游企业、消费者选择来引导市场行为，提高企业和消费者对低碳产品和服务的认知度和接受度，推动低碳产品和服务的普及。

建设碳普惠体系：建设和完善碳普惠管理制度、方法学体系和场景评价体系，加强碳普惠管理支撑并完善平台服务，通过将公众的低碳行为转化为可量化的碳积分激励和引导公众参与碳减排。

1.4 其他行动措施

在政策工具以外，地方还可以采取其他措施和行动推进碳达峰碳中和工作，包括加强碳排放数据监测与报告、培育和健全双碳科技人才、

与第三方机构开展合作项目、投资绿色低碳科技研发、与其他地区建立协同减排合作机制等等。多种政策工具和行动需要相互结合，以确保政策和行动的有效性和公平性。建立健全减排政策体系，还需要与财税、金融、创新政策等协调配合，形成合力，构建适当的激励和约束机制，切实推动地方碳中和进程。

支持低碳技术创新：加大对低碳技术的研发投入，推动技术创新和成果转化，提高能源利用效率，降低碳排放强度。

培养低碳人才：培养具备低碳技术和知识的人才队伍，为碳达峰碳中和目标的实现提供智力支持和人才保障。

与第三方机构开展合作项目：与科研机构、非政府组织、企业等第三方合作，共同开展减排项目和技术研发。

与其他地区建立协同减排合作机制：与周边地区建立减排合作机制，共享资源，协同应对区域性环境问题。

2 识别与选取

地区在从政策库中选取合适的政策工具以推进碳达峰和碳中和时，需要结合地方实际情况、政策目标一致性、政策成本效益等一系列基本原则和因素，以确保政策的有效性、公平性和可持续性。

地方实际情况：考虑地方的经济发展水平、产业结构、能源结构、环境承载能力等因素，选择最适合当地情况的政策。

政策目标一致性：确保所选择政策与国家和地方的碳达峰碳中和目标相一致，与地方长期发展战略相协调。

政策协同性：考虑多种政策工具之间以及与既有政策的协同效应，避免政策冲突，形成政策合力。

成本效益分析：计算政策方案的成本效益比或净现值、边际成本和边际效益等，选取最具经济效益的政策方案，确保政策资源分配效果。

3 评估与制定

地区针对选取的碳达峰碳中和政策措施，可借助已有的政策评估研究、模型模拟与预测、多标准决策分析等方法定量或定性分析，明确政策与行动的力度与范围，支撑政策行动的选择与实施。在政策评估中，需要注意客观评估与主观评估相结合、当前评价与未来调整相结合、定量分析和定性分析相结合的基本原则。

七、保障措施制定

在推进地方低碳转型的过程中，保障措施的选择和实施是确保转型取得成功的关键环节。地方政府不仅要制定合理的低碳目标，还要建立健全的保障体系来为转型提供支持。此处将概述组织协调、法律政策、资金、技术、基础设施、人才六个方面的主要保障措施及其重要性，以及各类保障措施的遴选方法。

1 主要保障措施

1.1 组织协调

组织协调是指通过建立有效的跨部门协作机制，确保各相关部门在低碳转型过程中能够高效合作、资源共享，避免重复建设和资源浪费，从而提高转型的整体效率和效果。组织协调在低碳转型中扮演着**基础性角色**，能够确保各项政策和措施得到有效落实。

首先，组织协调不仅包括政府各部门之间的协作，还涉及政府与企业、科研机构及社会公众的互动与合作。其核心在于通过制度化的机制，促进信息共享、资源整合和协同决策，确保低碳转型的各项工作有序推进。

其次，低碳转型涉及多个部门和领域，因此必须建立一个综合性的协调机制。具体来说，应包括以下几个方面：第一，形成跨部门协作机制。成立专门的低碳转型领导小组，涵盖环保、能源、交通、建设、财政等多个相关部门。领导小组负责统筹全局，制定总体战略和政策方向，确保各部门在目标和行动上保持一致。第二，设立低碳转型工作组。在领导小组的框架下，设立不同职能的工作组，如规划组、技术组、资金组等，分别负责具体领域的协调与推进。各工作组需要定期沟通，确保各项工作互相衔接、协调一致。第三，建立定期召开联席会议的制度，及时交流转型进展、分享经验、解决问题。通过会议，确保信息的及时传递和决策的高效执行，避免信息孤岛和决策滞后。第四，制定协作工作流程。明确各部门的职责分工和协作流程，确保在规划编制、项目实施、监督评估等各个环节都有明确的责任主体和协作机制。这有助于减少部门之间的冲突和重复工作，提高工作效率。第五，建立信息共享平台。利用信息技术手段，搭建统一的信息共享平台，实现各部门之间的数据互通和资源共享。通过平台，提升决策的科学性和透明度，促进各方协同工作。第六，设立监督与评估机制。领导小组应负责监督规划目标的达成，定期评估各部门的工作成效，及时调整策略，确保低碳转型的持续性和有效性。

通过上述组织协调措施，地方政府能够形成一个高效、协同的工作机制，确保各项低碳转型政策和措施得到有效落实，推动地方低碳转型的顺利进行。

1.2 法律政策

法律政策的完善是**低碳转型的重要制度保障**。通过制定和完善低碳相关法律法规，地方政府能够为低碳转型提供明确的制度框架和政策导向，推动各方履行责任，保障转型过程的合法性和规范性。

首先，法律政策包括国家和地方制定的法律、法规、规章以及相关的政策文件。这些法律政策为低碳转型提供了制度依据和行动指南，确保各项措施在法律框架内有序推进。

其次，需要说明涉及的法律政策内容及其协调。低碳转型涉及能源、交通、建筑、工业等多个领域，因此需要制定一系列相应的法律法规和

政策文件，确保各领域的低碳措施协调一致。具体而言，第一，应制定地方性低碳发展法律法规：在国家法律的框架下，地方政府应根据自身实际情况，制定并实施促进低碳发展的地方性法律法规。例如，制定《某市低碳发展条例》，明确低碳发展的目标、原则、措施和监督机制。第二，建立低碳发展政策体系。形成一套系统的低碳发展政策，包括税收优惠、补贴政策、环保标准等，激励企业和社会各界积极参与低碳转型。例如，针对可再生能源项目提供税收减免，对节能减排企业给予财政补贴。第三，加强法律法规的宣传与培训。通过多种渠道宣传低碳相关法律法规，提高各级政府部门、企业和公众的法律意识，确保政策的有效落实。例如，组织低碳转型法律法规培训班，提高相关人员的法律素养和执行能力。第四，设立法律监督机制：建立专门的监督机构或机制，负责监督低碳政策的实施情况，及时发现和纠正违规行为。例如，成立低碳政策监督委员会，定期检查各项政策的执行情况，确保政策落实到位。第五，推动法律法规的动态调整：根据低碳转型的进展和实际需求，及时调整和完善相关法律法规，确保其与时俱进。例如，随着可再生能源技术的发展，及时调整《能源法》，增加对新型能源的支持和规范。

通过完善法律政策体系，地方政府能够为低碳转型提供坚实的法治保障，确保各项低碳措施在法律框架内有序推进，推动地方低碳转型的持续发展。

1.3 资金保障

资金保障是**低碳转型的重要支撑**。充足的资金支持能够确保各项低碳项目的顺利实施，推动技术创新和基础设施建设，降低企业和地方的投资风险。

资金保障包括政府投入、社会资本、金融机构支持等多方面的资金来源，旨在为低碳转型提供必要的资金支持，确保各项低碳项目的顺利推进。关于说明资金保障的具体内容及其协调。资金保障不仅涉及资金的来源和分配，还包括资金使用的管理和监督，确保资金高效、透明地用于低碳转型相关项目。具体而言，首先，设立低碳转型专项基金。地方政府应设立专门的低碳转型基金，集中支持关键项目的研发与实施，

确保资金的专款专用。例如，设立“某市低碳发展专项基金”，用于支持可再生能源项目、节能改造工程等。第二，吸引社会资本参与：通过政策引导、税收优惠等措施，吸引社会资本、金融机构参与低碳项目投资，扩大资金来源。例如，提供税收减免、风险补偿等优惠政策，鼓励私营企业和投资机构投资低碳项目。第三，优化低碳投融资机制。建立和完善低碳发展投融资机制，如绿色债券、碳基金等，提供多样化的融资渠道，满足不同项目的资金需求。例如，发行绿色债券，为大型低碳基础设施项目提供长期资金支持。第四，精准预算与资金管理。对低碳发展所需资金进行精确预算，确保资金使用的高效性和透明度，建立科学的资金管理体系，防止资金浪费和挪用。例如，制定详细的资金使用计划和监督机制，定期审计资金使用情况。第五，提供财政激励和补贴。对符合条件的低碳项目给予财政激励和补贴，降低企业和地方政府的投资成本，促进项目的快速推进。例如，对节能改造项目给予一定比例的财政补贴，对购买新能源汽车的企业和个人提供税收优惠。第六，建立风险补偿机制。针对低碳项目的投资风险，建立风险补偿机制，降低投资者的风险，提高资金投入的积极性。例如，设立低碳项目风险基金，对项目投资失败或收益不达标的情况进行一定程度的风险补偿。

通过多渠道、多层次的资金保障措施，地方政府能够确保低碳转型所需的资金充足，推动各项低碳项目的顺利实施，促进地方低碳经济的持续发展。

1.4 技术保障

技术保障是实现**低碳转型的核心驱动力**。先进的低碳技术能够提升能源利用效率，减少碳排放，推动产业升级和可持续发展。

首先，技术保障指通过技术研发、推广和应用，提供实现低碳转型所需的技术支持，确保低碳技术在实际中的有效应用和持续创新。其次，技术保障不仅包括技术研发和创新，还涉及技术推广、应用和管理，确保低碳技术能够在各个领域得到广泛应用，推动整体低碳转型。具体而言，首先，应促进低碳技术研发与创新。加大对低碳技术研发的支持力度，鼓励企业、高校和科研机构开展技术创新，提升整体技术水平。例如，设立低碳技术研发专项资金，支持可再生能源、能效提升、碳捕捉

与储存等关键技术的研发。第二，建立技术支持平台。搭建低碳技术支持平台，集成和推广先进的低碳技术，促进技术的应用和普及。例如，建立“某市低碳技术中心”，提供技术咨询、培训和推广服务，帮助企业 and 政府部门应用先进的低碳技术。第三，制定技术路线图。明确地方低碳转型的关键技术领域和发展方向，制定技术路线图，为技术选择和研发提供指导。例如，制定“某市低碳技术路线图”，明确未来五年在可再生能源、智能电网、绿色建筑等领域的技术发展目标和路径。第四，推广市场验证的低碳技术。优先推广已经经过市场验证的低碳技术，如节能建筑、新能源汽车、高效工业流程等，确保技术应用的可行性和效果。例如，推广 BIM 技术在建筑设计中的应用，提高建筑能效；推广新能源汽车在公共交通中的应用，减少交通领域的碳排放。第五，建立技术合作机制。与国内外研究机构、高校和企业建立合作关系，引进先进技术和管理经验，提升地方低碳转型的技术水平。例如，开展国际技术合作项目，引进国外先进的碳捕捉技术，并与本地企业合作进行示范应用。

预留技术创新空间：规划中应预留技术进步和创新的空间，保持规划的灵活性和适应性，便于新技术的引入和应用。例如，在能源规划中预留智能电网和储能技术的升级空间，确保未来技术进步能够顺利纳入现有规划。

通过系统的技术保障措施，地方政府能够推动低碳技术的研发与应用，提升整体技术水平，确保低碳转型的技术支撑，为实现低碳目标提供坚实的技术基础。

1.5 基础设施保障

基础设施保障是**低碳转型的物质基础**，确保低碳技术和项目的有效实施，提升城市的可持续发展能力。

首先，需要明确基础设施保障的含义。基础设施保障指通过建设和完善必要的基础设施，为低碳转型提供必要的物质支持和条件，确保低碳技术和项目能够顺利实施和运行。其次，关于说明基础设施保障的具体内容及其协调。基础设施保障不仅包括新基础设施的建设，还涉及现有基础设施的绿色改造，确保整体基础设施体系能够支持低碳转型的需求。具体措施如下：首先，应优化能源基础设施：建设和完善可再生能

源设施，如太阳能、风能发电站，提升能源供应的清洁性和可持续性。例如，建设大规模的太阳能发电基地，推广分布式光伏发电系统，增加可再生能源在能源结构中的比例。第二，应完善交通基础设施。推动公共交通系统的建设和优化，发展新能源交通工具，减少交通领域的碳排放。例如，建设地铁、轻轨等公共交通线路，推广电动公交车和出租车，建设充电桩等配套设施，鼓励居民使用公共交通和新能源车辆。第三，提升建筑基础设施。推广节能建筑设计和施工，提升建筑能效，减少建筑领域的能源消耗和碳排放。例如，制定节能建筑标准，推广绿色建筑材料和技术，支持旧建筑的节能改造，提升建筑整体能效水平。第四，建设智能电网和储能系统。推动智能电网和储能系统的建设，提升能源管理的智能化和高效化水平，促进能源的优化利用。例如，建设智能电网，实现能源的实时监控和调度，推广储能技术，平衡能源供需，提升能源利用效率。第五，加强基础设施的绿色改造。对现有基础设施进行绿色改造和升级，提升其环保性能和能源利用效率，支持低碳转型的整体目标。例如，对工业园区的供热系统进行节能改造，升级污水处理设施，建设绿色照明系统，减少基础设施的碳足迹。第六，推动智慧城市建设。通过信息技术手段，提升城市管理的智能化水平，优化资源配置，减少能源消耗和碳排放。例如，建设智慧交通系统，实现交通流量的智能管理，推广智慧照明系统，提升城市能源利用效率。

通过完善基础设施建设，地方政府能够为低碳转型提供坚实的物质基础，确保低碳技术和项目的有效实施，提升城市的可持续发展能力，推动地方经济的绿色发展。

1.6 人才保障

人才保障是**低碳转型的智力支撑**。具备相关专业知识和技能的人才能够推动技术创新、政策落实和管理优化，确保转型的高效实施。

首先，人才保障指通过培养、引进和激励专业人才，提升低碳转型的技术水平和管理能力，确保各项低碳措施和项目的顺利推进。其次，人才保障不仅包括专业人才的培养和引进，还涉及人才的激励、培训和评价，确保人才队伍的稳定性和高效性。首先，应培养低碳专业人才。与教育机构合作，开设与低碳发展相关的专业课程和培训项目，培养具

备气候变化、环境保护、能源管理等专业知识的复合型人才。例如，与高校合作设立低碳技术与管理专业，开展低碳领域的专项培训班，培养地方低碳转型所需的专业人才。第二，实施人才引进计划。通过优惠政策和激励措施，吸引国内外顶尖低碳专业人才，增强地方低碳转型的人才储备。例如，提供高薪酬、科研经费支持、住房补贴等吸引高端人才，制定绿色通道政策，简化人才引进的行政手续。第三，建立人才激励机制。制定有竞争力的薪酬和福利政策，激励人才在低碳领域持续工作和创新，提升人才的工作积极性和稳定性。例如，设立低碳创新奖、科研补助金，提供职业发展机会和培训支持，增强人才的归属感和荣誉感。第四，加强在职培训与继续教育。为现有员工提供低碳相关的培训和继续教育机会，提升其专业技能和管理能力，适应低碳转型的需求。例如，定期组织低碳技术培训班、管理技能提升课程，鼓励员工参加国内外低碳领域的研讨会和交流活动。第五，构建人才交流平台。建立低碳领域的人才交流和合作平台，促进人才之间的经验分享和技术交流，提升整体人才素质。例如，举办低碳技术交流会、建立低碳人才网络，促进高校、科研机构和企业之间的合作与交流。最后，完善人才评价体系。建立以能力和业绩为导向的人才评价机制，确保人才选拔和使用的公平性和效率，激发人才的创新潜力。例如，制定科学的绩效考核标准，定期评估人才的工作表现和贡献，确保优秀人才得到充分认可和奖励。

通过系统的人才保障措施，地方政府能够构建一支高素质的低碳转型人才队伍，提供智力支持和技术创新，确保低碳转型的高效实施和持续推进。

通过建立完善的组织协调机制、健全法律政策体系、确保资金充足、推动技术创新、完善基础设施建设以及加强人才保障，地方政府能够为低碳转型提供全方位的支持，确保各项低碳目标的顺利实现。这不仅有助于应对气候变化、改善环境质量，还能推动地方经济的绿色发展和可持续繁荣。

2 遴选方法

在推进地方低碳转型的过程中，确定适合的保障措施是至关重要的。为了确保所选措施的有效性和针对性，构建一套系统的遴选方法：

需求分析：对地方低碳转型的具体需求进行深入分析。这包括了解地方的经济结构、能源消费模式、碳排放现状以及未来低碳发展的目标。通过需求分析，可以明确转型过程中可能面临的挑战和机遇，从而为后续选择保障措施提供基础。

措施评估：评估地方是否已经建立了有效的跨部门协作机制，以及是否有专门的低碳转型工作组来推动转型进程。如果尚未建立，则需要考虑如何加强组织保障，确保各部门之间的协同合作；分析地方现有的低碳相关法律法规和政策标准是否完善，是否能够为低碳转型提供明确的制度框架和政策导向。如果制度保障不足，则需要制定或完善相关法律法规和政策标准；评估地方是否有足够的资金支持低碳发展项目，以及是否有有效的融资渠道来支持长期资金需求。如果资金保障不足，则需要考虑设立低碳转型专项基金，吸引社会资本参与；分析地方在低碳技术研发和推广方面的现状，以及是否有技术支持平台来推动技术创新和应用。如果技术保障不足，则需要加强技术研发和推广，建立技术支持平台；评估地方在低碳相关人才培养和引进方面的现状，以及是否有专业培训体系来支持人才发展。如果人才保障不足，则需要加强人才培养和引进，建立专业培训体系。

综合考量：在确定适合的保障措施时，需要综合考虑地方的经济能力、技术现状、政策环境以及社会接受度等因素。同时，还需要考虑不同保障措施之间的协同性和互补性，确保所选措施能够形成合力，共同推动地方低碳转型。

专家咨询与公众参与：为了确保所选保障措施的科学性和可行性，可以邀请相关领域的专家进行咨询和评估。同时，也可以通过公众参与的方式，收集社会各界的意见和建议，提高保障措施的针对性和实效性。

第三部分：规划实施

本部分将深入探讨地方低碳转型规划的实施过程，重点介绍部门意见征求以确保规划的科学性与可行性、规划发布的规范性与有效性、动态评估周期与方法的实施以及基于评估结果的动态调整方法。这些环节共同构成了地方低碳转型规划实施的核心框架，旨在确保规划的顺利实施与持续优化，为地方低碳转型提供有力支撑。

1 部门意见征求

在地方低碳转型规划编制的过程中，为确保规划的科学性、可行性和全面性，需要广泛征求包括发展与改革委员会、生态环境部门、能源部门、工业和信息化部门、住房和城乡建设部门、交通运输部门、农业部门、科技部门以及财政部门等相关部门的意见和建议。在征求各部门意见后，应根据反馈对规划进行必要的修改和完善。具体修改步骤包括整理反馈意见，将其分类归纳，明确共性与个性意见；分析意见的合理性，评估其可行性，确定采纳或进一步讨论的意见；对于存在分歧或需要进一步讨论的意见，召开协调会议，邀请相关部门和专家进行充分讨论，达成共识；根据反馈意见和协调会议结果，修改规划文本，确保规划的科学性、可行性和全面性；并在修改完善后，再次征求相关部门的意见，确保规划得到各方面的认可和支持。

2 规划发布

地方低碳转型规划的发布是规划实施的重要环节，需要确保发布的规范性和有效性。

规划审批：在规划编制完成后，应提交给上级政府或相关部门进行审批，确保规划符合国家和地方的政策导向和法律法规要求。

发布公告：在规划获得批准后，应通过政府网站、新闻媒体等渠道发布规划公告，明确规划的目标、任务、措施和实施时间表。

组织宣传：通过举办新闻发布会、专题讲座、展览等活动，向公众和媒体宣传规划的重要性和主要内容，提高社会各界对低碳转型的认识和支持。

制定实施计划：根据规划的要求和目标，制定详细的实施计划，明确责任分工、时间节点和具体任务，确保规划的有效实施。

建立监督机制：建立规划实施的监督机制，定期对规划的实施情况进行评估和检查，及时发现和解决问题，确保规划目标的实现。

公开透明：在规划实施过程中，应保持公开透明，接受社会监督，及时回应公众关切，增强规划的公信力和执行力。

3 动态评估周期与方法

对当前实施的规划进行持续动态评估，收集各阶段数据与客观事实形成经验总结，进一步为下一期规划编制与实施提供支撑，并根据评估结果进行动态调整。涉及到的主要环节包括：低碳转型进度量化、报告、核查制度、考核体系、评估体系以及制定改进措施等（表 4）。这些内容应同地方总体低碳发展政策相对应，并对相关条款进行细化。

表 4 地方低碳转型规划动态评估机制

主要环节	工作内容	具体要求
进度量化	进度监测指标	制定具体的进度监测指标，包括碳排放减少量、可再生能源使用比例、能源效率提高程度等。通过这些指标量化低碳转型的进展，确保目标的具体化和可测量性。
	数据采集与记录	建立完善的数据采集系统，定期收集与转型进度相关的数据。包括政府部门、企业和科研机构等多方数据来源，确保数据的全面性和准确性。
报告制度	确定报告内容	实施进展总结、关键指标分析、成效评估、存在问题及原因分析、改进建议等。确保报告内容全面、客观，并提供数据支持。

主要环节	工作内容	具体要求
	确定报告频次	设定报告发布频次，例如每季度或每年，确保及时跟踪和记录低碳转型的动态情况。
	报告审核与发布	建立报告审核机制，由相关部门或专家组进行审查，确保报告的准确性和权威性。报告应公开发布，增强透明度和公众参与。
核查制度	明确核查流程	包括自查、互查和第三方核查。自查由实施部门进行，互查由不同部门或机构之间进行，第三方核查由外部独立机构执行。
	设立核查标准	确保核查的系统性和客观性。标准应与低碳转型目标和政策要求一致，确保核查的全面性。
	反馈核查结果	核查结果应及时反馈给相关部门和实施单位，并提出改进建议，确保核查问题能够被迅速解决。
评估体系	评估指标	制定低碳转型的评估指标，包括目标达成度、执行效果等，应覆盖低碳转型的各个方面。
	评估方法	建立科学的评估方法，确保评估结果能够真实反映低碳转型的效果。
	评估结果应用	将评估结果用于指导后续规划和调整，提出具体的改进建议和措施。

4 动态调整方法

在上述动态评估基础上，对规划进行调整与更新。根据最新数据和评估结果，重新审视和调整地方低碳转型的短期和长期目标，确保目标的现实性和可达成性。调整现有策略以应对新的挑战或机会，调整碳减排措施的优先级，对资金、人员与技术等资源进行重新配置。根据实施进展和实际情况，调整项目的时间表和阶段性目标，合理安排时间节点。优化反馈机制，确保政策调整与公众、企业和其他利益相关者的意见相结合。及时发布调整信息，保持透明度，让相关方了解调整原因和内容，增强政策的接受度和执行力。

参考文献

- [1] C40 Cities: Climate action planning[EB/OL]. <https://www.c40.org/what-we-do/raising-climate-ambition/1-5c-climate-action-plans/>
- [2] Carbon Neutral Cities Alliance: Our cities[EB/OL]. <https://carbonneutralcities.org/our-cities/>
- [3] IPCC. Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change[R]. 2022.
- [4] ZHAO X, LI RC, LIU WX, et al. Estimation of crop residue production and its contribution to carbon neutrality in China[J]. Resources, Conservation and Recycling, 2024,203:107450.
- [5] 北京环中睿驰科技公司. LEAP 模型数据要求: 能源与环境建模的关键[EB/OL]. 2024. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1788121772789575463&wfr=spider&for=pc>.
- [6] 陈诗一. 低碳经济[J]. 经济研究, 2022, 57(06): 12-18.
- [7] 陈文颖,周丽,柴麒敏,等. 中国“减缓气候变化”研究进展——中国《第四次气候变化国家评估报告·第三部分》解读[J]. 中国人口·资源与环境, 2023, 33(01): 87-92.
- [8] 崔连标,李晓,段宏波. 长三角地区减污降碳协同效应评估[J]. 中国人口·资源与环境, 2024(06): 21-32[2024-09-11].
- [9] 代昀昊,王晓允,童心楚. 从共享经济到低碳经济——来自共享单车平台进驻的证据[J]. 数量经济技术经济研究, 2024, 41(04): 111-130.
- [10] 国务院. 2030 年前碳达峰行动方案 [OL/EB]. 北京, 2021 [2021-10-26]. https://www.gov.cn/zhengce/content/2021-10/26/content_5644984.htm
- [11] 韩超,胡浩然. 清洁生产标准规制如何动态影响全要素生产率——剔除其他政策干扰的准自然实验分析[J]. 中国工业经济, 2015,(05): 70-82.
- [12] 韩先锋,李李佳. 数字金融发展的动态减污降碳效应——基于二元环境约束的新视角[J]. 中国地质大学学报(社会科学版): 2024, 24(5): 1-16.
- [13] 何建坤等. 应对气候变化研究方法学[M]. 北京:清华大学出版社. 2015.
- [14] 黄建忠, 赵忠秀, 李鹏. 中国碳标签发展报告 (2021~2022) [M]. 北京:社会科学文献出版社.
- [15] 靳玮,王弟海,张林. 碳中和背景下的中国经济低碳转型:特征事实与机制分析[J]. 经济研究, 2022, 57(12): 87-103.
- [16] 李艳梅,孙丽云,庄贵阳. 近零碳排放示范区的内涵及建设路径分析[J]. 企业经济, 2017, 36(10): 21-25.
- [17] 刘娜,高新伟. “蓝天保卫战”如何影响减污降碳协同度? [J]. 中国人口·资源与环境, 2024(07): 66-75[2024-09-11].
- [18] 绿色创新发展研究院. 省级气候行动进展概览[R]. 2023.
- [19] 绿色创新发展研究院. 碳达峰与碳中和: 研究方法和分析工具[M]. 辽宁:东北财经大学出版社. 2025.
- [20] 绿色创新发展中心. 低碳发展和城市达峰 中长期温室气体减排规划和行动方案编制指南[R]. 2019.
- [21] 马莹莹,姚文艳,姜玲,薛雅伟. 绿色金融改革创新试验区政策对城市减污降碳的影响及作用机制[J]. 中国人口·资源与环境, 2024(06): 45-55[2024-09-11].
- [22] 石敏俊,张炳,邵帅等. 资源与环境经济学 (第二版) [M]. 北京:中国人民大学出版社. 2024.
- [23] 邬彩霞. 中国低碳经济发展的协同效应研究[J].管理世界, 2021, 37(08): 105-117.
- [24] 肖红军. ESG 发展 20 年: 回溯与瞻望[J]. 西安交通大学学报(社会科学版), 2025(01), 1-15.

- [25] 解学梅,朱琪玮. 企业绿色创新实践如何破解“和谐共生”难题? [J]. 管理世界, 2021, 37 (01): 128-149+9.
- [26] 新华社. 中共中央 国务院关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见[OL/EB]. 北京, 2021 [2021-10-24]. https://www.gov.cn/zhengce/2021-10/24/content_5644613.htm
- [27] 新华社. 中共中央 国务院关于加快经济社会发展全面绿色转型的意见[OL/EB]. 北京, 2025 [2025-9-15]. https://www.gov.cn/zhengce/202408/content_6967663.htm
- [28] 徐卓顺. 可计算一般均衡 (CGE) 模型: 建模原理、参数估计方法与应用研究[D]. 吉林大学, 2009.
- [29] 于贵瑞,朱剑兴,徐丽等. 中国生态系统碳汇功能提升的技术途径: 基于自然解决方案[J]. 中国科学院院刊, 2022, 37(04): 490-501.
- [30] 余壮雄,陈婕,董洁妙. 通往低碳经济之路:产业规划的视角[J]. 经济研究, 2020, 55(05): 116-132.
- [31] 袁志逸,李振宇,康利平等. 中国交通部门低碳排放措施和路径研究综述[J]. 气候变化研究进展, 2021, 17(1): 27-35.
- [32] 张鸿宇,黄晓丹,张达,等. 加速能源转型的经济社会效益评估[J]. 中国科学院院刊, 2021, 36(09): 1039-1048.
- [33] 张希良,黄晓丹,张达,等. 碳中和目标下的能源经济转型路径与政策研究[J]. 管理世界, 2022, 38(01): 35-66.
- [34] 张希良. 全国碳市场建设与工业低碳转型[J]. 中国工业和信息化, 2024(05): 14-18.
- [35] 张贤,郭恩悦,孔慧等. 碳中和愿景的科技需求与技术路径[J]. 中国环境管理, 2021, 13(01): 65-70.
- [36] 张友国,白羽洁. 区域差异化“双碳”目标的实现路径[J]. 改革, 2021(11): 1-18.
- [37] 浙江安吉智电控股有限公司(能链智电),成都“碳惠天府”绿色公益平台(成都数据集团股份有限公司),武汉碳普惠平台“武碳江湖”(武汉碳普惠管理有限公司)等. 2024 碳普惠发展白皮书[R]. 2024.
- [38] 浙江省生态环境厅. 浙江省建设项目碳排放评价编制指南(试行)[EB/OL] [2021-07-08]. https://zjjcmspublic.oss-cn-hangzhou-zwynet-d01-a.internet.cloud.zj.gov.cn/jcms_files/jcms1/web1756/site/attach/0/77b2c8311cfa40cabb1d5caefbc19cc9.pdf
- [39] 郑挺国,张宏音,叶仕奇. 低碳转型风险的“涟漪效应”[J]. 中国工业经济, 2024, (04): 37-56.
- [40] 中国农业科学院农业农村碳达峰碳中和研究中心,中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所,农业农村部农业农村生态环境重点实验室. 中国农业农村低碳发展报告(2024)[M]. 北京: 社会科学文献出版社. 2024.
- [41] 中华人民共和国生态环境部. 中华人民共和国气候变化第一次双年透明度报告[R]. 北京, 2024.
- [42] 中华人民共和国生态环境部. 省级温室气体清单编制指南(2025年版). [EB/OL] 北京, 2026. [2026-01-05]. <https://www.mee.gov.cn/xxgk2018/xxgk/xxgk05/202601/W020260104720924663816.pdf>
- [43] 中央财经大学绿色金融国际研究院. 中国绿色金融研究报告(2024)[R]. 2024.