



北京市建筑低碳高质量发展 发展的路径和行动

Path and Action for Low-Carbon and High-Quality
Development of Buildings in Beijing

北京市可持续发展促进会

2022年7月

Beijing Association of Sustainable Development
July 2022

关于作者：

章永洁 薛志峰 胥小龙 林 慧 蒋建云 张 楠 张 帆 邮箱：zyj_jie@163.com

ABOUT THE AUTHORS:

Zhang Yongjie, Xue Zhifeng, Xu Xiaolong, Lin Hui, Jiang Jianyun, Zhang Nan, Zhang Fan, Email: zyj_jie@163.com

致谢

本研究报告由北京市可持续发展促进会统筹编写，中科华跃能源互联网研究院和中国建筑节能协会政策规划专委会共同参与完成，由能源基金会提供资金支持。研究报告在编制过程中得到了清华大学气候变化与可持续发展研究院研究部杨秀博士及团队、北京节能环保中心能源评估部柳晓雷部长及团队、北京市住建委副主任冯可梁、北京市城管委一级巡视员柴文忠等专家的大力支持和具体指导。

ACKNOWLEDGEMENT

This report is a product of Beijing Association of Sustainable Development, with the participation of ZKHY Energy Internet Research Institute and China Association of Building Energy Efficiency, and is funded by Energy Foundation China.

During the preparation process, the research report was strongly supported and specifically guided by Dr. Yang Xiu and her team from the Research Department of the Institute of Climate Change and Sustainable Development of Tsinghua University, Director Liu Xiaolei and his team from the Energy Assessment Department of the Beijing Energy Conservation and Environmental Protection Center, Feng Keliang, deputy director of the Beijing Municipal Commission of Housing and Urban Rural Development, and Chai Wenzhong, the first level inspector of the Beijing Municipal Urban Management Commission.

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。

Disclaimer

- Unless otherwise specified, the views expressed in this report are those of the authors and do not necessarily represent the views of Energy Foundation China. Energy Foundation China does not guarantee the accuracy of the information and data included in this report and will not be responsible for any liabilities resulting from or related to using this report by any third party.
- The mention of specific companies, products and services does not imply that they are endorsed or recommended by Energy Foundation China in preference to others of a similar nature that are not mentioned.

摘要

北京市依托其领先全国的经济基础、科技实力、社会氛围，在低碳绿色发展领域取得积极进展，燃煤消费大幅下降，清洁能源占比不断攀升，2020年煤炭消费占比降至1.5%，可再生能源占比提高至10.4%。但不同于许多国际大都市在其发展过程中自然实现碳减排，北京市需要在其城市“成长期”迅速转型，主动降低碳排放，实现碳中和的过程中仍面临诸多挑战。

建筑领域作为北京市占比最大的主要用能和碳排放领域，在今后十五年当中，将面临“新建规模较快增长、存量改造品质提升”的发展需求下，满足二氧化碳排放总量不能增加、能源消耗强度持续下降的低碳高质量发展挑战。

课题通过对北京市7个相关委办局的调研访谈、对房山区拱辰街道办和平谷区所有公共机构进行的现场踏勘，在数据采集和问题分析以及国内外前沿技术案例的分析整理基础上，总结得出北京市建筑领域存在实施路径尚不明确、任务安排缺乏统筹，协同机制有待构建、支撑政策缺少细则，资金来源途径单一、市场机制尚不健全，数据信息透明度低、能耗数据缺乏共享四方面的障碍。

课题结合“十四五”时期国家、北京市碳排放控制战略与行动方案，提出了面向未来北京市建筑领域绿色低碳高质量发展的目标和路径，以及“十四五”期间10项具体行动与7项保障措施建议。

10项具体任务包括：

- (1) 政府投资新建重点项目整体实现低碳区域建设工程；
- (2) 老旧小区公共设施更新改造工程；
- (3) 住宅老旧外窗和低效家电置换工程；
- (4) 绿色机关和节约型公共机构建设工程；
- (5) 大型公建通过数字能源技术进行深度节能和电力需求侧管理；
- (6) 校园、园区和社区等区域建筑能效提升工程；
- (7) 农村公共建筑节能和绿色化改造工程；
- (8) 山区农房建成近零能耗建筑工程；
- (9) 光储直柔零碳建筑科技创新示范工程；
- (10) 搭建智慧供热平台支撑供热系统重构工程。

根据行动方案的技术成熟度、投资成本与经济环境效益以及实施的难易度，同时综合考虑全国形势及北京的发展阶段，将 10 项重点工作和任务实施过程分为试点示范、规模推广和全面应用三个阶段，协同有序推进。

7 项保障措施具体包括编制中长期路线图、完善扶持政策细则、创新绿色金融服务、打造数字能源共享平台、完善技术标准体系、加速科技成果转化、提高全民节能及低碳意识。

Executive Summary

Relying on its leading economic foundation, scientific and technological strength, and social atmosphere, Beijing has made positive progress in the field of low-carbon and green development. Coal consumption has declined significantly, and the proportion of clean energy has been rising. In 2020, the proportion of coal consumption was 1.5%, and the proportion of renewable energy was 10.4%. However, unlike many international metropolises, which naturally achieved carbon emission reduction in their development process, Beijing needs to make rapid transformation in its "growth period", and reduce carbon emissions actively, facing many challenges in the process of achieving carbon neutrality.

As the major energy consumption and carbon emission field with the largest proportion in Beijing, the building field will meet the challenges of low-carbon and high-quality development that the total carbon dioxide emissions cannot increase and the energy consumption intensity continues to decline under the development demand of "rapid growth of new construction scale and improvement of existing buildings transformation quality" in the next 15 years.

Based on the investigation and interview of 7 relevant committees and offices in Beijing, the site survey of Gongchen Sub-district in Fangshan District and public institutions in Pinggu District, data collection and problem analysis, and all as well as the analysis and collation of cases with frontier technologies, conclusion is made that there are four obstacles in Beijing, the implementation path of the construction field is still unclear, the task arrangement lacks overall planning, the coordination mechanism needs to be built, and the supporting policies are lack of detailed rules, the source of funds is single, the market mechanism is imperfect, the transparency of data and information is low, and the energy consumption data lacks sharing.

In combination with carbon emission control strategies and action plans of the national and Beijing, the goals and paths for the future green, low-carbon and high-quality development of Beijing's construction sector, as well as 10 specific actions and 7 safeguard measures during the "Fourteenth Five Year Plan" period were proposed.

The 10 specific actions are:

(1) Achieving low-carbon regions for the new key projects invested by the

government;

(2) Public facilities renovation projects for the old community;

(3) Replacement project of old residential windows and inefficient household appliances;

(4) Construction project of green institutions and conservation oriented public institutions;

(5) Deep energy conservation and power demand side management through digital energy technology for large public buildings;

(6) Energy efficiency improvement projects for regional buildings such as campus, park and community;

(7) Energy saving and green transformation project of rural public buildings;

(8) Construction of near zero energy consumption buildings in mountainous areas;

(9) PSDF demonstration project for scientific and technological innovation;

(10) Intelligent heating platform to support the reconstruction project of heating system.

According to the technical maturity, investment cost, economic and environmental benefits and the difficulty of implementation, and taking into account the national situation and the development stage of Beijing, the implementation process of the 10 tasks is divided into three stages, pilot demonstration, scale promotion and comprehensive application, which are promoted in a coordinated and orderly manner.

The seven safeguard measures specifically include the preparation of a medium - and long-term road map, improvement of supporting policy details, innovation of green financial services, creation of a digital energy sharing platform, improvement of the technical standard system, acceleration of the transformation of scientific and technological achievements, and improvement of people's awareness of energy conservation and low-carbon.

目 录

前 言	1
一、课题的背景和意义	2
(一) 国家层面绿色低碳发展的相关政策.....	2
(二) 北京市建筑领域绿色低碳发展的责任和机遇.....	5
二、国内外建筑领域低碳发展的路径和经验	9
(一) 国际大都市绿色低碳发展的路径分析.....	9
(二) 国内部分低碳省市试点的开展情况.....	12
(三) 对北京市建筑领域低碳发展的经验启示.....	14
三、北京市建筑领域绿色低碳工作开展情况	18
(一) 开展能源评估实现源头把控.....	18
(二) 新建建筑节能标准进一步提高.....	19
(三) 绿色建筑评价标识项目稳步增长.....	20
(四) 开展超低能耗建筑试点示范.....	21
(五) 持续推进既有居住建筑节能改造.....	22
(六) 推动公共建筑节能绿色化改造和精细化管理.....	23
(七) 城区建筑能源结构调整和供热系统重构.....	26
(八) 农村建筑能源结构调整和清洁采暖迭代.....	26
四、北京市建筑领域低碳高质量发展的问题和障碍	29
(一) 实施路径尚不明确，任务安排缺乏统筹.....	29
(二) 协同机制有待构建，支撑政策缺少细则.....	29
(三) 资金来源途径单一，市场机制尚不健全.....	30
(四) 数据信息透明度低，能耗数据缺乏共享.....	31
五、北京市建筑低碳高质量发展的路径和行动方案	33
(一) 总体目标与具体指标.....	35
(二) 路径和行动的时间表及路线图.....	36
(三) 路径和行动的施工图——“十四五”期间建议开展的重点工作.....	38

1. 新建重点项目整体实现低碳区域创建.....	40
2. 老旧小区公共设施更新改造.....	41
3. 住宅老旧外窗更新和低效家电置换.....	42
4. 绿色机关和节约型公共机构创建.....	43
5. 大型公共建筑利用数字技术开展深度节能和电力需求侧管理.....	44
6. 校区、园区、社区等区域建筑能效整体提升.....	45
7. 农村公共建筑节能和绿色化改造.....	46
8. 山区农房建成近零能耗建筑.....	47
9. “光储直柔”零碳建筑科技创新试点示范.....	47
10. 搭建智慧供热平台支撑供热系统重构.....	48
(四) 行动方案保障措施.....	51
六、总结	54
参考文献	58

前言

本课题首先通过对国家宏观层面的政策整理、国际大都市和国内部分省市低碳发展工作开展情况梳理，汇总形成当前发展现状和北京市建筑领域绿色低碳发展可借鉴的国内外经验。

课题组同时通过资料收集整理和调研访谈梳理了北京市建筑节能和绿色建筑的发展现状，对北京市建筑领域节能低碳工作深入开展存在的问题和障碍进行了辨析。

课题组进一步通过对包括新建建筑面积的增长、既有建筑升级改造比例、建筑的使用情况等参数的设定，并结合北京市能源和经济状况、市场现状和重点公共政策，采用定量和定性分析结合的方法，给出面向 2025、2030、2035 年北京市建筑绿色低碳高质量发展的总体目标和具体指标。

基于上述总体目标和具体指标，结合“十四五”时期北京市进一步加强碳排放控制工作，确保城市总体碳排放稳中有降、迈向碳中和进程，最终实现碳中和的愿景，提出北京市“十四五”建筑绿色低碳高质量发展的路径，包括新型建筑电力系统、热泵供热、建筑能源数字化等技术手段、政策制度、市场机制等措施。

课题研究采用的技术路线如下图所示。

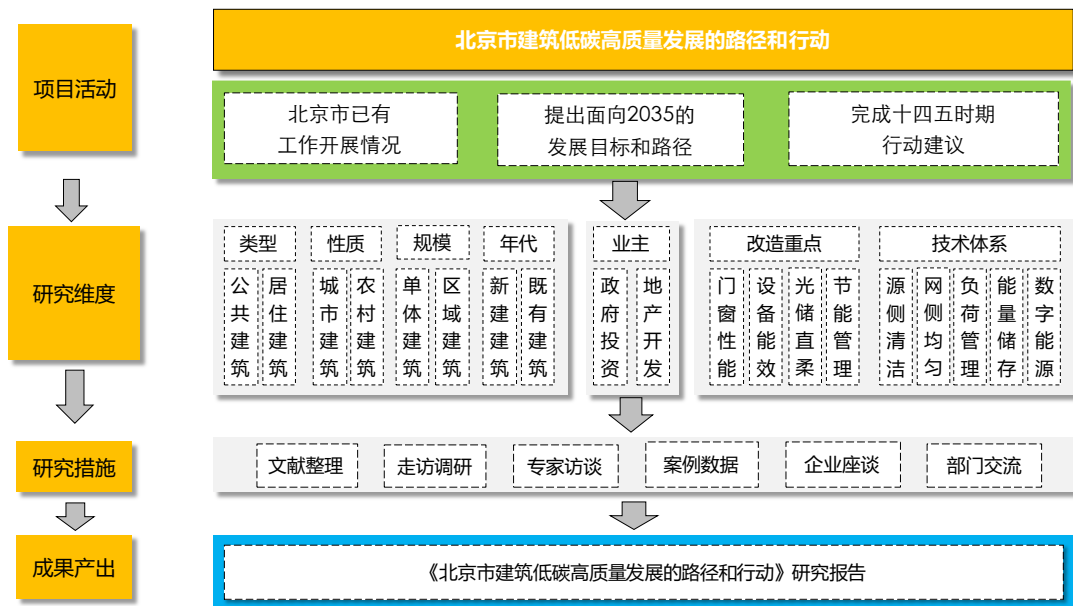


图 0-1 课题研究技术路线

一、课题的背景和意义

2021 年是“十四五”开局之年，国家层面，碳达峰碳中和工作领导小组正式成立，国务院发布了《关于印发 2030 年前碳达峰行动方案的通知》，明确了国家碳达峰碳中和“1+N”的政策体系的顶层设计，提出要将碳达峰贯穿于经济社会发展全过程和各方面，实施“碳达峰十大行动”。

（一）国家层面绿色低碳发展的相关政策

在国家战略和顶层设计层面，从碳强度下降目标设定到碳排放总量控制再到峰值的总量目标设定、从生态文明建设到低碳宏观战略研究，从低碳试点示范到产业低碳转型，均为我国开展低碳发展提供了有力的政策保障。

2013 年，十八届三中全会审议通过的《中共中央关于全面深化改革若干重大问题的决定》提出，要加快生态文明制度建设。面对资源约束趋紧、环境污染严重、生态系统退化的严峻形势，要求探索一条以结构调整、产业转型、制度创新为核心的低碳发展道路，加快构建低碳发展的新模式，在控制碳排放强度的基础上，迈出控制温室气体排放总量这一实质性的一步。

2014 年 11 月 12 日，中美双方在北京发布了《中美气候变化联合声明》，提出中国计划 2030 年左右二氧化碳排放达到峰值，并计划到 2030 年非化石能源占一次能源消费比重提高到 20% 左右。在控制碳排放总量、大幅度降低碳排放强度的基础上，要尽快实现碳排放峰值的到来。2030 年碳排放峰值将成为倒逼机制，增强国内减排的压力和动力。

2015 年，中国政府向联合国提交《强化应对气候变化行动——中国国家自主贡献》，提出中国二氧化碳排放 2030 年左右达到峰值并争取尽早达峰、单位国内生产总值二氧化碳排放比 2005 年下降 60%-65% 等自主行动目标，为中国中长期应对气候变化工作指明了方向。

2020 年 9 月 22 日，习总书记在第七十五届联合国大会一般性辩论上发表讲话：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。

2020年11月3日，十三届全国人大四次会议通过的《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》中提出单位国内生产总值能源消耗和二氧化碳排放分别降低13.5%、18%，主要污染物排放总量持续减少，森林覆盖率提高到24.1%等具体目标。我国绿色低碳发展道路逐渐明晰。

2020年12月16日-18日，中央经济工作会议上确定明年重点抓好的八大任务之一：做好碳达峰、碳中和工作。我国二氧化碳排放力争2030年前达到峰值，力争2060年前实现碳中和。要抓紧制定2030年前碳排放达峰行动方案，支持有条件的地方率先达峰。要加快调整优化产业结构、能源结构，推动煤炭消费尽早达峰，大力发展新能源，加快建设全国用能权、碳排放权交易市场，完善能源消费双控制度。要继续打好污染防治攻坚战，实现减污降碳协同效应。要开展大规模国土绿化行动，提升生态系统碳汇能力。

2021年4月15-16日中国气候变化事务特使解振华与美国总统气候问题特使约翰·克里于在上海举行会谈，讨论气候危机所涉问题。中美将在联合国气候公约第26次缔约方大会前及其后，继续讨论21世纪20年代的具体减排行动，旨在使与巴黎协定相符的温升限制目标可以实现。八项行动包括：（一）工业和电力领域脱碳的政策、措施与技术，包括通过循环经济、储能和电网可靠性、碳捕集利用和封存、绿色氢能；（二）增加部署可再生能源；（三）绿色和气候韧性农业；（四）节能建筑；（五）绿色低碳交通；（六）关于甲烷等非二氧化碳温室气体排放合作；（七）关于国际航空和航海活动排放合作；（八）其他近期政策和措施，包括减少煤、油、气排放。

2021年4月22日习近平主席在“领导人气候峰会”上发表《共同构建人与自然生命共同体》讲话指出：中国将力争2030年前实现碳达峰、2060年前实现碳中和。这是中国基于推动构建人类命运共同体的责任担当和实现可持续发展的内在要求作出的重大战略决策。中国承诺实现从碳达峰到碳中和的时间，远远短于发达国家所用时间，需要中方付出艰苦努力。中国将碳达峰、碳中和纳入生态文明建设整体布局，正在制定碳达峰行动计划，广泛深入开展碳达峰行动，支持有条件的地方和重点行业、重点企业率先达峰。中国将严控煤电项目，“十四五”时期严控煤炭消费增长、“十五五”时期逐步减少。此外，中国已决定接受《〈蒙特利尔议定书〉基加利修正案》，加强非二氧化碳温室气体管控，还将启动全国

碳市场上线交易。

2021年10月24日,《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》正式发布。意见指出,实现碳达峰、碳中和,是以习近平总书记为核心的党中央统筹国内国际两个大局作出的重大战略决策,是着力解决资源环境约束突出问题、实现中华民族永续发展的必然选择,是构建人类命运共同体的庄严承诺。意见明确实现碳达峰、碳中和目标,要坚持“全国统筹、节约优先、双轮驱动、内外畅通、防范风险”的工作原则;提出了构建绿色低碳循环发展经济体系、提升能源利用效率、提高非化石能源消费比重、降低二氧化碳排放水平、提升生态系统碳汇能力等五方面主要目标,确保如期实现碳达峰、碳中和。意见明确了碳达峰碳中和工作重点任务:一是推进经济社会发展全面绿色转型,二是深度调整产业结构,三是加快构建清洁低碳安全高效能源体系,四是加快推进低碳交通运输体系建设,五是提升城乡建设绿色低碳发展质量,六是加强绿色低碳重大科技攻关和推广应用,七是持续巩固提升碳汇能力,八是提高对外开放绿色低碳发展水平,九是健全法律法规标准和统计监测体系,十是完善政策机制。

2021年10月26日国务院印发了《2030年前碳达峰行动方案》,方案对推进碳达峰工作做出总体部署,要求将碳达峰贯穿于经济社会发展全过程和各方面,重点实施能源绿色低碳转型行动、节能降碳增效行动、工业领域碳达峰行动、城乡建设碳达峰行动、交通运输绿色低碳行动、循环经济助力降碳行动、绿色低碳科技创新行动、碳汇能力巩固提升行动、绿色低碳全民行动、各地区梯次有序碳达峰行动等“碳达峰十大行动”,并就开展国际合作和加强政策保障作出相应部署。加快推进城乡建设绿色低碳发展,城市更新和乡村振兴都要落实绿色低碳要求。

《2030年前碳达峰行动方案》当中的城乡建设碳达峰行动,指出加快推进城乡建设绿色低碳发展,城市更新和乡村振兴都要落实绿色低碳要求具体:

1. 推进城乡建设绿色低碳转型。推动城市组团式发展,科学确定建设规模,控制新增建设用地过快增长。倡导绿色低碳规划设计理念,增强城乡气候韧性,建设海绵城市。推广绿色低碳建材和绿色建造方式,加快推进新型建筑工业化,大力发展装配式建筑,推广钢结构住宅,推动建材循环利用,强化绿色设计和绿色施工管理。加强县城绿色低碳建设。推动建立以绿色低碳为导向的城乡规划建设

设管理机制，制定建筑拆除管理办法，杜绝大拆大建。**建设绿色城镇、绿色社区。**

2. 加快提升建筑能效水平。加快更新建筑节能、市政基础设施等标准，提高节能降碳要求。加强适用于不同气候区、不同建筑类型的节能低碳技术研发和推广，推动超低能耗建筑、低碳建筑规模化发展。加快推进居住建筑和公共建筑节能改造，持续推动老旧供热管网等市政基础设施节能降碳改造。提升城镇建筑和基础设施运行管理智能化水平，加快推广供热计量收费和合同能源管理，逐步开展公共建筑能耗限额管理。**到 2025 年，城镇新建建筑全面执行绿色建筑标准。**

3. 加快优化建筑用能结构。深化可再生能源建筑应用，推广光伏发电与建筑一体化应用。积极推动严寒、寒冷地区清洁取暖，推进热电联产集中供暖，加快工业余热供暖规模化应用，积极稳妥开展核能供热示范，因地制宜推行热泵、生物质能、地热能、太阳能等清洁低碳供暖。引导夏热冬冷地区科学取暖，因地制宜采用清洁高效取暖方式。**提高建筑终端电气化水平，建设集光伏发电、储能、直流配电、柔性用电于一体的“光储直柔”建筑。**到 2025 年，城镇建筑可再生能源替代率达到 8%，新建公共机构建筑、新建厂房屋顶光伏覆盖率力争达到 50%。

4. 推进农村建设和用能低碳转型。推进绿色农房建设，加快农房节能改造。**持续推进农村地区清洁取暖，因地制宜选择适宜取暖方式。**发展节能低碳农业大棚。推广节能环保灶具、电动农用车辆、节能环保农机和渔船。加快生物质能、太阳能等可再生能源在农业生产和农村生活中的应用。加强农村电网建设，提升农村用能电气化水平。

《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》和国务院发布的《关于 2030 年前碳达峰行动方案的通知》，以及 2021 年 10 月 22 日中共中央办公厅国务院办公厅印发的《关于推动城乡建设绿色发展的意见》，构成了指导碳达峰碳中和工作的“1+N”体系，可以说从国家层面的顶层设计正在陆续发布，关于碳达峰碳中和的顶层设计和整体布局已经完成了。

（二）北京市建筑领域绿色低碳发展的责任和机遇

多年来，北京市紧跟国家步伐，系统谋划，持续推动产业结构优化和能源清洁转型，落实低碳试点示范建设。

《北京城市总体规划（2016 年-2035 年）》^[11]当中提出，到 2035 年，北京市

要初步建成国际一流的和谐宜居之都，“大城市病”治理取得显著的成效，首都功能更加优化，城市综合竞争力进入世界前列，京津冀世界级城市群的构架基本形成；到 2050 年，北京市全面建成更高水平的国际一流的和谐宜居之都，成为富强民主文明和谐美丽的社会主义现代化强国首都、更加具有全球影响力的大国首都、超大城市可持续发展的典范，建成以首都为核心、生态环境良好、经济文化发达、社会和谐稳定的世界级城市群。

《北京市委关于制定“十四五”规划和 2035 年远景目标的建议》^[12]在“十四五”期末规划目标中提出，北京市生态文明明显提升。绿色发展理念深入人心，绿色生产生活方式普遍推广，垃圾分类成为全市人民自觉行动，能源资源利用效率大幅提高，主要污染物排放总量持续削减，基本消除重污染天气，碳排放稳中有降，基本消除劣 V 类水体，环境质量进一步改善，绿色北京建设取得重大进展。在任务中提出要提高绿色低碳循环发展水平。全面推进工业、建筑、交通等重点行业和重要领域绿色化改造，深化碳排放权交易市场建设。大力发展新能源和可再生能源。支持绿色技术创新，壮大绿色节能、清洁环保等产业，建立生态产品价值实现机制。

“十四五”期间是我国在完成决胜全面建成小康社会基础上，开启社会主义现代化国家建设新征程的关键起步期，是落实北京市新版城市总体规划，努力将北京市建设成为国际一流的和谐宜居之都的重要窗口期，推进建筑绿色低碳高质量发展面临大有可为的机遇期，一是国家和首都生态文明建设加快推进，落实绿色发展理念，积极主动应对气候变化，推动碳排放尽早达峰并迈向碳中和进程，落实能源生产和消费革命战略，实施城市更新与城市品质提升行动，为建筑绿色发展创造良好宏观政策环境；二是为应对新冠肺炎疫情在世界肆虐蔓延导致的外需萎缩，以及世界百年未有之大变局带来的外部严峻挑战，中央提出要推动形成以国内大循环为主体，国内国际双循环相互促进的新发展格局，为建筑绿色发展提供了广阔市场需求；三是立足首都城市功能战略定位，实施新版城市总体规划，强化首都核心功能，疏解非首都功能，综合治理“大城市病”，构建现代化超大城市治理体系，为推动绿色、低碳、智能、高效为特征的高品质建设提供坚强保障；四是广大人民群众改善建筑居住品质及舒适度需求迫切，资源节约和环境保护意识日益增强，绿色生活方式逐渐形成，对建筑能源利用效率及绿色消费等密切关

注，为建筑节能与绿色建筑发展奠定坚实基础群众基础；五是新一轮科技创新和产业升级孕育发展，新技术、新产品、新业态、新模式不断涌现，推进“放管服”改革，让市场机制更好地发挥配置资源的决定性作用，为建筑节能与绿色建筑发展注入强大新动能。

2021年3月，中共北京市委办公厅、北京市人民政府办公厅印发实施《北京市关于构建现代环境治理体系的实施方案》，8月，国务院印发《关于支持北京城市副中心高质量发展的意见》，9月，北京市发展和改革委员会发布“关于组织开展重点用能单位在线监测和现场检测工作的通知”，10月，首都文明办、北京市城市管理委员会、北京节能环保中心发布《关于全市节能节电的倡议书》，北京市发展和改革委员会、中共北京市委宣传部、北京市机关事务管理局等共11个部门联合印发《北京市进一步强化节能实施方案》（节能十条）。11月，北京市发展和改革委员会、北京市城市管理委员会印发《北京市可再生能源电力消纳保障工作方案(试行)》。

截至本报告完成期之前，北京市陆续出台了下表列出的一系列与建筑领域绿色低碳工作相关的“十四五”时期的专项规划。北京市将总领政策与专项措施、技术标准相结合，政策标准与监察评估相结合，自上而下与自下而上相结合，助力产业与能源结构转型，保障能源安全平稳高效运行，推动首都绿色低碳高质量发展。

表 1-1 北京市建筑领域节能低碳相关“十四五”规划文件

成文日期	发布部门	政策名称
2022/04/15	北京市经济和信息化局	关于对《北京市“十四五”时期制造业绿色低碳发展行动方案（征求意见稿）》公开征集意见的公告
2022/03/23	北京市住房和城乡建设委员会	关于印发《北京市“十四五”时期住房和城乡建设科技发展规划》的通知（京建发〔2022〕81号）
2022/03/14	北京市人民政府	关于印发《北京市“十四五”时期城市管理发展规划》的通知（京政发〔2022〕13号）
2022/02/22	北京市人民政府	关于印发《北京市“十四五”时期能源发展规划》的通知（京政发〔2022〕10号）
2022/02/22	北京市人民政府	关于印发《北京市“十四五”时期重大基础设施发展规划》的通知（京政发〔2022〕9号）

成文日期	发布部门	政策名称
2022/02/17	北京市规划和自然资源委员会	北京市国土空间近期规划(2021年—2025年)
2022/02/21	北京市人民政府办公厅	关于印发《北京市深入打好污染防治攻坚战2022年行动计划》的通知(京政办发〔2022〕6号)
2021/12/30	北京市城市管理委员会	关于北京市2022年电力市场化交易工作安排的通知(京管发〔2021〕34号)
2021/12/21	北京市机关事务管理局	北京市“十四五”时期公共机构节约能源资源工作规划(京机管发〔2021〕23号)
2021/11/28	北京市人民政府	关于印发《北京市“十四五”时期生态环境保护规划》的通知(京政发〔2021〕35号)
2021/11/03	中共北京市委 北京市人民政府	关于印发《北京市“十四五”时期国际科技创新中心建设规划》的通知(政府公报 2022年第7期)

北京市依托其领先全国的经济基础、科技实力、社会氛围，在低碳绿色发展领域取得积极进展，煤炭消费大幅下降，清洁能源占比不断攀升，2020年煤炭消费占比降至1.5%，可再生能源占比提高至10.4%。但不同于许多国际大都市在其发展过程中自然实现碳减排，北京市需要在其城市“成长期”迅速转型，主动降低碳排放，实现碳中和的过程中仍面临诸多挑战。

面向新的发展时期，北京市新建建筑节能降碳还有一定的提升空间，量大面广的既有建筑仍存在节能运行与改造价值，农村地区建筑节能及绿色发展的潜力尚未得到充分挖掘，如果在未来一个时期，将建筑节能、低碳及绿色发展作为重要的管理目标贯穿于建筑的规划、设计、建造、验收、运行、改造的全过程，应用绿色化技术、低能耗及超低能耗建筑技术、可再生能源应用技术等，促使建筑用能提质增效和绿色发展，实现建筑用能效率提升与碳排放水平的进一步降低，实现建筑绿色发展质量效益提升，必将推动北京市建筑节能与碳减排工作迈向新的高度，为实现生态文明建设、绿色发展、能源革命战略目标、应对气候变化做出积极贡献。

二、国内外建筑领域低碳发展的路径和经验

全球气候变化是人类面临的共同挑战。积极应对气候变化既是中国参与国际事务、承担估计责任的要求，也是中国国内自身发展的需要和生态文明建设的重要举措。党的十九大报告提出，积极引导应对气候变化国际合作，成为全球生态文明建设的重要参与者、贡献者、引领者。对于日益走近世界舞台中央的中国来说，其低碳城市试点建设的成功经验，可为世界广大发展中国家提供可以借鉴的中国智慧和方案。

（一）国际大都市绿色低碳发展的路径分析

全世界 178 个缔约方于 2016 年共同签署的气候变化协定《巴黎协定》，对 2020 年后全球应对气候变化的行动作出的统一安排。后《巴黎协定》时期，在多层治理理论框架下，城市参与气候治理已成为当前应对气候变化的热点之一。城市由于人口、经济的高度集中，以及受到气候变化威胁的直接性，具有应对气候变化的天然驱动力和执行力。

除中国之外，据不完全统计，当前全球已有 130 个国家以政策立法、公众宣示等形式做出了碳中和承诺并展开行动，全球应对气候变化行动取得积极进展。

21 世纪后，随着城镇化的推进、城市经济社会的发展，人类不合理的能源利用方式造成了二氧化碳排放持续升高，再加上可持续资源短缺、环境污染等问题，全球变暖呈现出了不可逆转的态势，低碳城市的理念逐渐被世界各国和地区广为接受并践行。在这一过程中，各国在绿色低碳城市的发展战略、发展模式、规划、政策等方面作出了大量、各具特色的实践探索，逐步形成了各具特色的绿色低碳发展模式。

围绕气候目标、城市及能源规划、技术创新及应用、政策支持等四个方面总结国际大都市建筑领域低碳发展的路径和经验，他们之间的关联关系如下图所示。

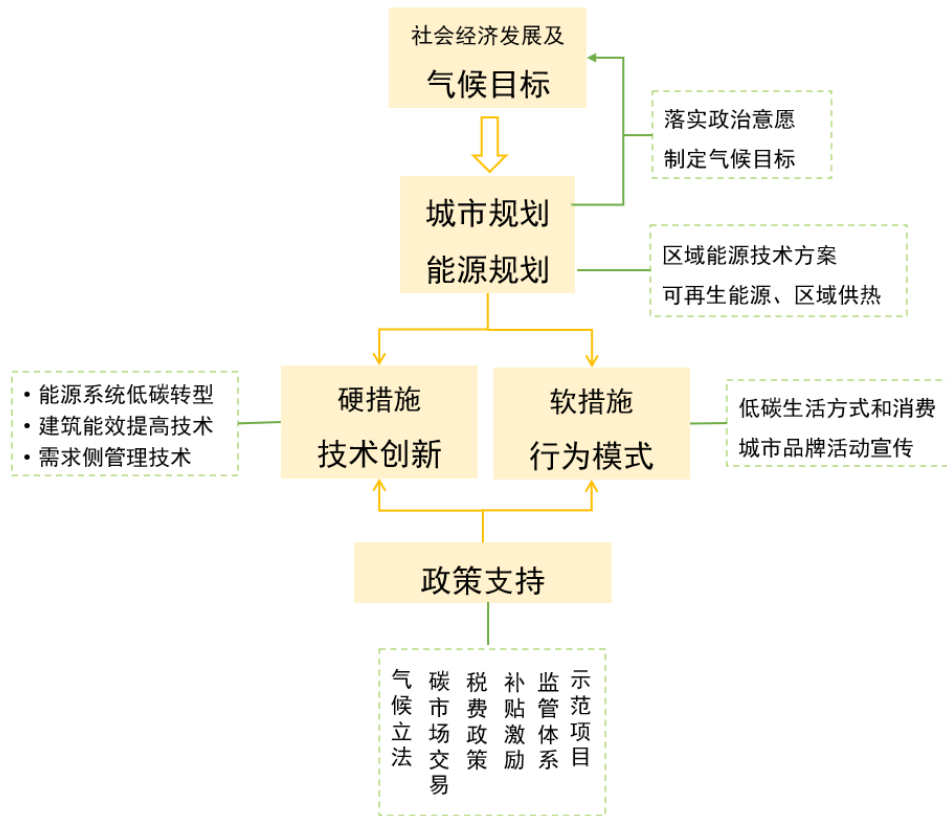


图 2-1 国际大都市建筑领域低碳发展的路径

1、气候及行动目标

城市绿色低碳发展有其特定的内涵和形式，许多国际大都市在绿色低碳发展进程中均制定了较为清晰的目标。这些城市低碳发展目标为城市绿色低碳发展定下基线。

在碳中和目标年提出方面，哥本哈根市率先在 2009 年宣布要在 2025 年建设全球第一个碳中和城市。据不完全统计，全球目前已有约 800 个城市相继提出了自己的碳中和目标，其中曼彻斯特、墨尔本、鹿特丹等国际大都市承诺将在 2030 年（含）之前实现碳中和。在具体的减排量方面，纽约、伦敦、汉诺威市等许多城市给出具体的减排量目标。要实现城市碳中和或温室气体减排目标，依赖于城市各行各业减排任务的达成。在建筑和可再生能源应用领域，很多城市提出了相当明确的目标。

总结各个城市的绿色低碳实践，在设定建筑领域城市绿色低碳发展具体目标时，务必要基于城市自身独特的地理特征、气候特点、历史沿革和政治格局，并充分思考如下问题：

- 国家气候目标、北京市气候目标是怎样制定的？建筑领域气候目标为实现国家和城市目标能做多大贡献？

- 国际和国内大都市建筑领域的气候目标是怎么样的？北京市制定的建筑领域气候目标在国际和国内的进取性和领先性程度如何？

- 建筑领域气候目标各阶段目标分别是怎样的？完成建筑领域气候目标需要付出何种代价？对相关领域会产生什么样的影响？

设定目标是基础，只有在国家气候目标、城市气候目标框架下分解好建筑领域的具体目标后，才能做好后续区域建筑能源规划和推进落实相关政策和措施。

2、城市及能源规划

城市总体规划指为了实现一定时期内城市的经济和社会发展目标，确定一个城市的性质、发展规模、发展方向，合理利用城市土地，协调城市空间和进行各项建设的综合布局和全面安排，还包括选定规划定额指标，制订该城市目标及其实施步骤和具体措施等工作。

城市规划的目的在于合理布局城市功能区，创建便捷、舒适的城市环境。而城市的**绿色低碳发展规划**聚焦于构建人与自然和谐相处、能源资源高效利用、文化特色鲜明的可持续发展城市，**国际大都市在绿色低碳发展中非常重视这一点。**

对于建筑能源领域，在国家及城市气候目标、城市及绿色低碳发展规划的顶层设计框架下，制定可落地的**区域能源规划**显得尤为必要。

区域能源规划是基于本地消费结构和资源禀赋制定的。通过区域能源规划，一方面充分研究区域内的冷、热、电负荷需求，了解其用能需求的数量、强度特征，另一方面充分研究区域内的各种能源资源禀赋，了解其种类、品类、数量、价格、排放等。在实现气候目标的前提下，研究能源可利用情况、利用成本分析，对其所采用的能源技术的分析对比，以及能源消耗带来的污染等方面的内容，提出适应本城市、本区域的区域能源发展路径。

3、技术措施及创新

国际上采用的碳中和技术路径的重点减缓措施主要分为减排技术、负排技术、革新技术。负排技术主要包括碳封存技术应用、基于自然的负排放技术，革新技术主要包括氢能技术、数字技术等。

在建筑领域，各个国际大都市常选用的较为经济有效的技术措施主要为减排技术。减排技术措施主要包括以下三方面：能源系统低碳转型、能效提高技术、需求侧管理技术。其中，能源系统低碳转型主要包括大力发展可再生能源和推广终端电气化；建筑能效提高技术包括公共建筑能效提高、新建建筑标准、既有建筑改造、节能产品的采购和使用等措施，需求侧管理主要为能源管理数字化系统的推广应用。除此之外，还有一些基于自然的解决方案。

4、政策支持及保障

任何气候目标的实现和新技术的推广应用，离不开政府、企业和民众等各方面的通力合作。在对国际大都市各城市在绿色低碳发展实践的分析后，可以发现政府的全过程引导、激励和监督非常重要。具体体现在气候立法、财政激励（包括碳交易市场、税费政策、补贴手段等落实）和推动被动房、新能源项目等示范项目建设等方面。

（二）国内部分低碳省市试点的开展情况

我国一直以来高度重视城市的绿色、低碳、可持续发展。近些年来，国家、地方及有关部门相继出台了一些促进城市低碳发展的相关政策。就国家层面而言，国家推出了低碳城市建设的试点政策；就地方层面而言，一些城市颁布了低碳城市建设的规划或政策文件；就城市具体领域而言，工业、建筑、交通等部门将温室气体减排纳入到节能减排政策体系中。总体来说，我国城市低碳发展的政策，形成以政府为主导、从上到下的特点明显。目前城市低碳发展正由国家的宏观政策指导，向城市的中观政策设计、具体领域的微观政策操作层面逐步延伸和细化。

中国的城市在应对气候变化中正在发挥日益重要的作用。自 2010 年以来，国家分三批开展了低碳省市试点，包括 6 个低碳省（区）和 81 个低碳城市，涉及 31 个省（区、市），涵盖全部 5 个计划单列市。第三批国家低碳试点城市全部提出了等于或高于国家 2030 年达峰目标的承诺，前两批试点也逐步在其“十三五”规划中补充达峰目标。在已经提交了达峰目标的 76 个试点城市中，19.8%的城市承诺在“十三五”（2016-2020 年）期间实现碳排放峰值，其大多分布于经济发展较快的东南沿海地区，烟台、宁波分别承诺在 2017、2018 年达峰，广州提出到 2020 年实现达峰；50.6%的城市承诺在“十四五”（2021-2025 年）期间达峰，以“2025

年”为重要集中点，深圳和苏州提出到 2022 年实现达峰，武汉提出到 2025 年达峰；23.5%的城市承诺于“十五五”（2025-2030 年）达峰，其多数分布于工业化城镇化水平较低的中西部省份，排放空间需求大。

“十三五”以来国家低碳试点省市碳排放强度快速下降，多数试点下降速率快于全国。一些省市已经开展了零碳排放目标与战略的相关研究，如海南省提出探索建设“零碳岛”。还有一些省市开展了零碳排放示范区、零碳建筑等方面的探索与建设，如北京旭辉零碳示范区建筑、山东国舜集团“低碳工业化钢结构建筑示范园区”。

住建部于 2011 年 6 月提出在新建的城（镇）和既有城市的新区开展低碳生态试点城（镇）工作，2014 年起，陆续开展了低碳社区、低碳工业园区、低碳城（镇）试点，2016 年与英国外交与联邦事务部联合开展中英绿色低碳小城镇试点项目。这些低碳小城镇与低碳省区、城市试点互为补充，形成了多层次的低碳试点示范体系。

中国各城市在面向 2035 年的规划中，普遍突出了对低碳转型和持续发展的重视。为支持实现中国 2030 年左右二氧化碳排放达到峰值的目标，中国达峰先锋城市联盟（APPC）均表示在 2030 年前达到二氧化碳峰值，并设定了各自的碳排放峰值目标。

《上海市城市总体规划（2017 年-2035 年）》提出了“更可持续的韧性生态之城”的城市发展定位，专门写入了应对气候变化与低碳发展章节，提出了明确的碳排放峰值目标，即全市碳排放总量与人均碳排放预计 2025 年前达峰，至 2035 年，控制碳排放总量较峰值减少 5%左右。这在国内城市总体规划编制中尚属首次。

《雄安新区发展规划纲要》中，绿色生态指标在 38 个指标中占 17 个，蓝绿空间占比、保护碳汇空间、海绵城市、使用绿色建材、智慧运营和管理等内容，目标对标国际先进水平。

2021 年 4 月 16 日，江苏省发布了《关于推进碳达峰目标下绿色城乡建设的指导意见》，江苏省成为第一个推出明确的建筑领域实现碳达峰政策的省份，提出“到 2025 年，全省绿色建筑规模总量保持全国最大，建筑碳排放强度力争全国最低；到 2030 年，全省绿色城乡建设取得重大成效，法规政策和技术标准体系

更加完善，住房城乡建设领域完成碳达峰任务。”

江苏省《关于推进碳达峰目标下绿色城乡建设的指导意见》当中提出了一系列的细化目标，包括到 2025 年，新建建筑全面按超低能耗标准设计建造，在 2020 年提高节能 30% 的基础上再提升 30%，到 2025 年，建成一批既有建筑绿色节能改造能效提升项目。全省新增太阳能光电建筑一体化应用装机容量达 500 兆瓦，新增太阳能光热建筑应用面积 5000 万平方米，新增地热能建筑应用面积 300 万平方米，可再生能源替代常规建筑能源比例达到 8%，各设区市市级运行管理平台全面升级完成。

综上所述，我国深入开展的低碳省区、城市、城（镇）、园区、社区等不同层级的试点中，在建立控制温室气体排放目标责任制、建立工业园区低碳管理模式、建设低碳社区、建设特色城镇低碳发展模式等方面都进行积极探索，从整体上带动和促进全国范围的应对气候变化和绿色低碳发展。

绿色低碳发展是一项复杂、系统、长期的系统工程，只有“进行时”，没有“完成时”。随着我国低碳试点工作的不断推进，一些深层次的问题、矛盾和挑战逐渐显现，这里既有认识不到位、目标不先进等认识问题，也有峰值目标不落实、制度创新动力不足等实践问题，还有数据基础与能力建设薄弱、顶层设计滞后与财政政策支持缺乏等客观问题，亟需进一步加强研究、凝聚共识、大胆探索，力争取得重大突破。

（三）对北京市建筑领域低碳发展的经验启示

研究表明，一些国际大都市在 10~20 年前就已经走上了碳排放持续下降的道路，其中东京、纽约和伦敦等城市分别在 2003 年、2005 年和 2000 年碳排放总量达到峰值，峰值人均碳排放量如图 2-2 所示，分别为 5.46 t/人、7.26 t/人和 7.32 t/人，从经济发展水平来看，东京、纽约、伦敦均为发达国家发展水平较高的城市，其 2020 年 GDP 分别为 1.52 万亿美元、1.21 万亿美元、0.73 万亿美元，而北京市仅为 0.56 万亿美元，差距仍较明显。

北京于 2012 年碳排放总量达到最高值，约为 1.6 亿 t，人均碳排放量 7.90 t/人，如图 2-3 所示。北京的碳达峰完成时间相比以上城市要晚一些，峰值人均碳排放量相对也高一些，实现碳中和的时间更紧，任务更重。

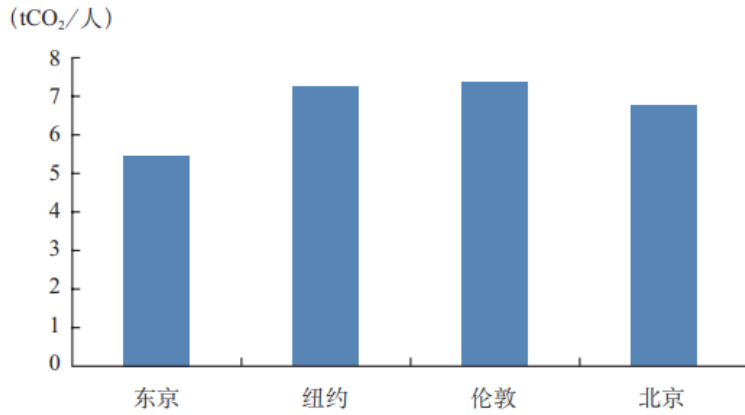


图 2-2 国内外主要城市碳排放达峰强度值

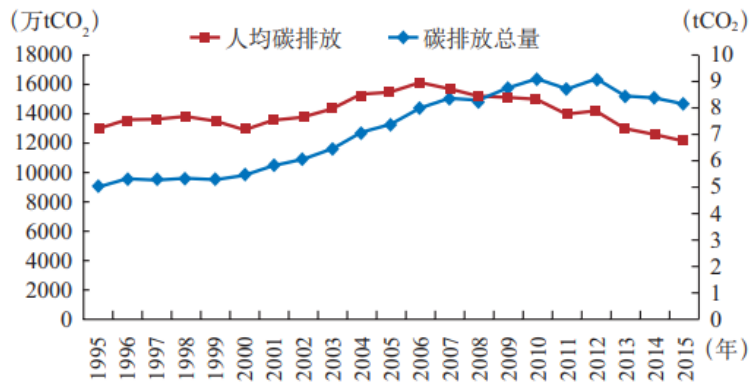


图 2-3 北京市碳排放总量及人均碳排放变化趋势

各国在绿色低碳城市的发展战略、发展模式、规划、政策等方面作出了大量、各具特色的实践探索，逐步形成了各具特色的绿色低碳发展模式。对国际大都市和国内部分省市已开展的低碳发展措施与行动梳理后，很多优秀的措施有效推动了城市建筑的绿色低碳发展，值得借鉴。

北京市 2019 年城镇民用建筑面积 93753 万平方米，其中公共建筑 39329 万平方米，居住建筑 54424 万平方米。全市民用建筑能耗 3869 万吨标煤，占全市能源消费总量（7360 万吨标煤）的比例为 52.6%，二氧化碳排放量 7588 万吨，占全市二氧化碳总排放量的比例为 54%，这两个比例均超过了工业与交通行业。随着北京城市化进程和产业结构调整，工业碳排放比例显著下降，建筑碳排放量的比重还将进一步上升。因此，在北京市实现碳中和的道路上，建筑部门肩负的责任巨大，亦面临着严峻的挑战。

推进北京市建筑领域绿色低碳发展，需全面贯彻落实习近平生态文明思想，明确碳中和愿景目标，以顶层规划、标准约束、政策保障协同为重点，以技术创新为动力，构建绿色低碳发展体系，倒逼总量减排、结构减排、源头减排、终端减排，助力绿色低碳北京建设。相关经验启示如下^[3]：

1) 思想指引、目标设定

贯彻落实习近平生态文明思想，坚持生态文明的绿色发展理念。树立社会生态文明发展观，转变生活方式和消费需求，引导大众参与并积极行动。在建筑与使用者关系这一基本问题上坚持生态文明的发展观，从人与自然的关系、从可持续发展的角度确定建筑环境营造方式的基本理念。严控建筑总量、改变消费需求、坚持节约型建筑运行模式，实现建筑设备的“需求侧响应”模式运行。提高微观主体节能降碳的积极性，设计实现绿色低碳发展的动力机制。

确定绿色低碳发展目标，制定具体的“碳中和”时间表和路线图。自2020年9月我国提出双碳目标以来，北京作为全国科技创新中心和绿色发展的首善之区，提出了2050年碳中和的目标。围绕国家、北京市碳中和目标，北京建筑部门应尽快摸清建筑领域碳排放的“家底”，使用生命周期评估方法进行量化。有了基础数据，基于“建筑能效提升、建筑产能增强、能源系统脱碳和碳汇/固碳/CCUS”等四大情景预测建筑在十四五、2030年、2050年的碳排放情景，进而制定建筑领域具体的“碳中和”时间表和路线图，并将其于自上而下的总目标相融合。

2) 顶层规划、标准制度、政策机制

加强顶层设计、做好城市及能源规划，强化示范引领。碳中和应从城市和能源规划开始，全面普及绿色建筑，提高高星级绿色建筑比例，积极推进区域绿色建筑发展和低碳社区建设。将城市更新和老旧小区改造作为规模化推进绿色低碳建设的重要手段。低能耗建筑、被动式技术和能源规模化应用亦需通过城市和能源规划协调，实现资源协同和共享。

全面完善、升级和提高现有建筑标准及相关制度。在标准制度方面，应对建筑标准、碳核算方法标准、综合考核标准这大类加以完善。实施绿色建筑全产业链绿色供给，全面推进绿色施工、拆除，加快推进装配式建筑应用。不断推进既

有建筑绿色改造，持续强化公共建筑节能管理，建立完善既有建筑节能改造技术体系和市场机制。

完善政策机制，提供政策及金融保障，同时加强全过程监管。全面、明确地出台促进“碳中和”和建筑领域低碳发展的政策法规，以及其他相关的经济、财政、金融和自愿标识政策（特别是绿色金融政策）。加强规划、设计、验收环节审查把关、强化绿色建筑施工、运营管理和绿建标识评价，健全监管机制。在一定的限度内做好建筑物排放数据的信息披露，同时扎实推进建筑领域的碳交易市场。

3) 低碳、零碳、负碳技术创新措施

推进建筑能源系统的低碳转型。北京能源结构中新能源/可再生能源占比仅有全国平均值的一半，净外调电力占比较高。应在技术经济性允许的情况下，尽可能扩大可再生能源建筑应用规模，尤其是深化太阳能、空气源、水源、浅层地热和中深层地热能等在建筑供冷/热、生活热水和供电中的应用。同时应推进建筑电气化，加大外调电力中绿电比重，实现电力脱碳。

大力推广建筑能效提高技术。包括被动式减排技术和主动式减排技术等。其中被动式减排技术包括自然通风、采光、遮阳技术，围护结构的保温隔热措施，绿色 3R 建材应用等；主动式减排技术包括节能灯具、变压器、高效暖通设备、智慧运营管理平台等的应用。

推进基于自然的解决方案。加大小区绿化和城市绿地面积，引入人工湿地、绿色屋顶或活体墙（Living walls）、都市农业等，提高建筑及社区的固碳、碳汇能力，基于自然途径实现减排。

三、北京市建筑领域绿色低碳工作开展情况

北京市十三五规划当中预估至“十三五”期末，全市城镇民用建筑规模不超过 100070 万平方米，能耗总量控制目标值为 4100 万吨标准煤。截止到 2019 年，北京市城镇民用建筑面积 93753 万平方米，民用建筑能源消费总量为 3869 万吨标准煤。

根据部分统计数据和相关研究报告并结合专家访谈，“十三五”期间北京市累计新增民用建筑面积约为 16200 万平方米，初步估算截至 2020 年底，北京市城镇民用建筑面积为 96800 万平方米。此外，2016 到 2019 年北京市民用建筑能源消费总量年均增长 116 万吨标准煤，到 2020 年底，全市城镇民用建筑总能耗约为 4090 万吨标准煤，占到北京市 2020 年能源实际消费总量 6762.1 万吨标准煤的 60.5%。

“十三五”时期，北京民用建筑节能及绿色建筑发展工作走在全国前列，在新建建筑节能和绿色建筑发展、既有建筑节能绿色化改造、可再生能源建筑应用、供热清洁化建设与管理、建筑用能精细化管理领域全面推进，组织领导、立法与执法监督、政策引导与市场调节、科技创新与技术交流、教育培训与宣传引导等保障措施进一步完善，推动北京市建筑领域节能减排与绿色发展工作再上新台阶，为完成全市节能减排目标，实现“四个中心”首都战略定位，建设和谐宜居之都做出了重要贡献，各项工作具体开展情况如下^{[[4]][[5]][[6]][[7]][[8]][[9]]}：

（一）开展能源评估实现源头把控

国家发改委于 2016 年印发了新的《固定资产投资项目节能审查办法》（国家发改委 2016 年 44 号令），对固定资产投资项目节能审查权限、前置条件、项目分类、审查门槛、监管手段等方面做了重大修订，为进一步深化“放管服”改革，根据国家相关政策，北京市相继出台《关于优化营商环境调整完善北京市固定资产投资项目节能审查的意见》（京发改规〔2017〕4 号）、《关于印发〈北京经济技术开发区企业投资项目承诺制改革试点实施方案（试行）〉的通知》（京政办发〔2019〕3 号）等相关政策，在北京城市副中心、北京经济技术开发区开展固定资产投资项目节能审查承诺制试点，并对试点项目在施工阶段进行事中评价工作，

同时，按照工程建设项目审批制度改革、国家和北京市有关区域能评及承诺制改革的要求，出台了《关于印发北京市固定资产投资项目节能审查承诺制试点实施方案（试行）的通知》规范性文件，为放管服改革和优化营商环境作出了贡献。

十三五期间，北京市对 743 个固定资产投资项目进行了节能评估，其中建筑类项目 577 个，工业类项目 103 个，基础设施类项目 63 个。项目总建筑面积 1.43 亿平方米，总投资 192261 亿元，评估后年总能耗 378 万吨标准煤（当量值），项目净核减能耗 41 万吨标准煤。

建筑项目占本市固定资产投资节能审查项目数量的 80%，新增能耗量的 60%，通过审查的项目均满足绿色建筑评价标准要求，主要用能设备基本达到一级能效水平。通过节能审查，严把能耗增长源头关，促进项目能效持续提升。

近年来北京市发展和改革委员会与北京节能环保中心持续发布《北京市节能低碳技术产品推荐目录》，并陆续发布《北京市节能低碳技术产品应用案例汇编》。按照《北京市“十三五”时期绿色照明工程实施方案》要求，2016 年起本市累计推广高效照明产品 210 万只，年节电 2 亿度，降低全市照明电耗 2 个百分点，取得了良好的经济环境和社会效益；通过节能低碳技术产品推荐，累计推广适用于绿色建筑发展的新技术、新产品 100 余项，基于市场的绿色技术创新成果不断涌现；大力推进百余项绿色建筑节能技改项目，年节能量累计约 10 万吨标准煤。

（二）新建建筑节能标准进一步提高

为实现国家节约能源和保护环境的战略，落实北京市“十三五”时期建筑节能发展规划的目标，在总结工程经验及专家深入论证的基础上，对《居住建筑节能设计标准》（DB11/891-2012）进行了修编，于 2020 年 7 月 16 日，发布了《居住建筑节能设计标准》（DB11/891-2020）。新版标准提高了建筑节能目标和围护结构热工性能，提出规定性指标与性能化指标双控要求，明确了建筑物供暖能耗指标的现行值与引导值，目前该标准已经发布实施，**从标准指标要求看，率先将居住建筑节能率由 75%提升至 80%以上，属于全国最高水平。**此外，北京市还组织了《北京市超低能耗建筑施工质量验收规程》《居住建筑门窗工程技术规程》《非透光幕墙保温工程技术规程》《北京市外墙外保温技术规程》《居住建筑节能工程施工质量验收规范》等一系列节能标准的修制定工作。

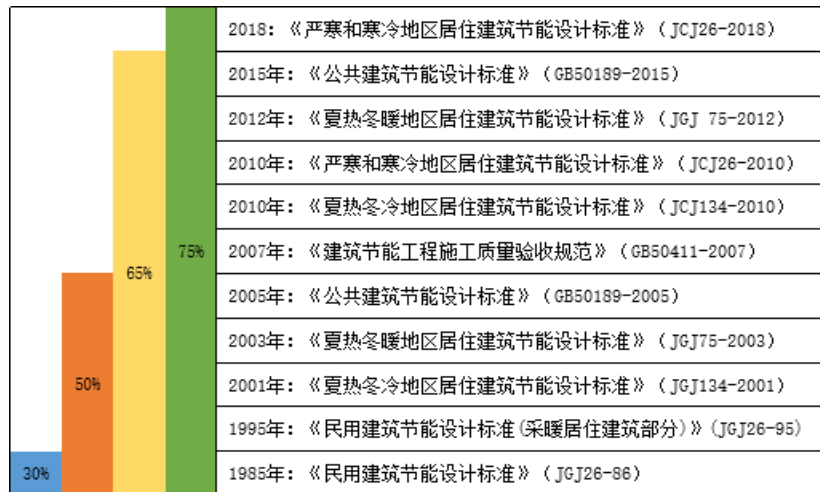


图 3-1.1 建筑节能标准出台时序

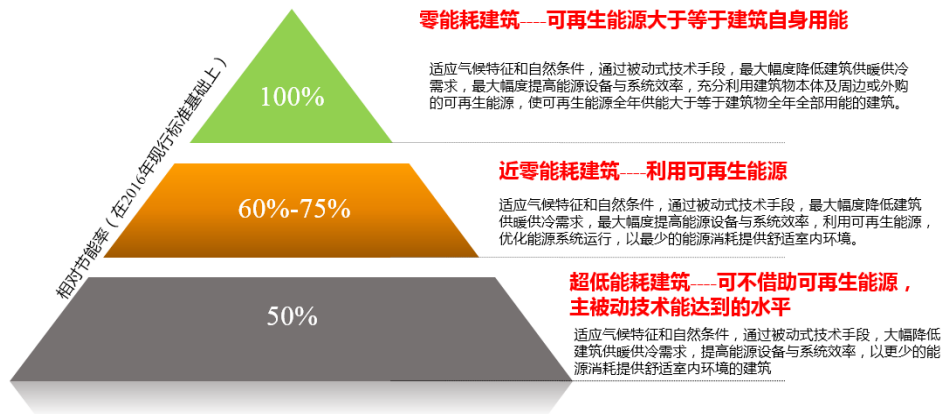


图 3-1.2 建筑节能标准演进过程

(三) 绿色建筑评价标识项目稳步增长

2017年8月1日，北京市规划和国土资源管理委员会印发了《关于新建政府投资公益性建筑和大型公共建筑全面执行绿色建筑二星级标准的通知》，通知中要求自2017年10月1日起，北京市新建政府投资公益性建筑（政府投资的学校、医院、博物馆、科技馆、体育馆等满足社会公众需要的公益性建筑）和大型公共建筑（单体建筑面积超过2万平方米的机场、车站、宾馆、饭店、商场、写字楼等大型公共建筑）全面执行绿色建筑二星级及以上标准。

北京城市副中心行政办公区首批八个政府办公建筑项目（共计124.2万平方米）全部通过绿色建筑三星级设计标识评价。2022冬奥会新建室内场馆全面执行绿色建筑三星级标准，部分既有场馆改造达到绿色建筑二星级标准，发布实施世界首部《绿色雪上运动场馆评价标准》。北京新机场旅客航站楼及停车楼工程、

亚洲基础设施投资银行总部项目、北京世界园艺博览会中国馆、国际馆和生活体验馆等公共建筑均达到绿色建筑三星级标准，以重大项目推动高品质绿色建筑发展成效显著。

截止 2020 年底北京市累计取得绿色建筑标识项目共 531 项，建筑面积 6100 万平方米，其中“十三五”时期有 381 个项目取得绿色建筑标识，建筑面积达 4395.1 万平方米。

全部项目当中，按标识等级划分，一星级标识项目累计 43 项，二星级标识项目累计 259 项，三星级标识项目累计 229 项（其中 3 项按 2019 新国标评价）。按标识类型划分，其中运行标识 62 项，建筑面积 813 万平方米，设计标识 466 项，建筑面积 5280 万平方米，通过 2019 新国标《绿色建筑评价标准》认证的绿色建筑标识项目 3 项，建筑面积 6.6 万平方米。



图 3-2 绿色建筑标识项目统计图

(四) 开展超低能耗建筑试点示范

2016 年，北京市出台了《北京市推动超低能耗建筑发展行动计划(2016-2018 年)》，确定北京市未来 3 年的发展目标和财政奖励政策，计划三年内建设不少于 30 万平方米示范项目，并对社会投资的项目由市级财政给予 600-1000 元/平方米不等的奖励资金。同时，把建设超低能耗作为开发商取得土地使用权的优先条件，

对超低能耗项目计算面积时，外保温层参照现行标准设计的同类建筑外保温厚度计入。

2017年，北京市住建委、市规划国土、市财政等3部门联合印发《北京市超低能耗建筑示范工程项目及奖励资金管理暂行办法》，规定项目的申报、管理、专项验收、奖励资金管理的具体要求，明确北京市超低能耗建筑示范项目的技术要点，指导示范的实施落地。

2018年，北京市先后印发《北京市超低能耗农宅示范项目技术导则》《北京市超低能耗示范项目技术导则》，从城镇和农村建筑的不同特点，规范超低能耗建筑设计、关键部位施工做法、验收评价与运行管理，确保工程质量。2019年发布北京市地标《超低能耗居住建筑设计标准》，并已作为京津地区的协同实施标准。

截至2020年底，北京市通过专家评审的超低能耗建筑项目共计32个，覆盖多种建筑类别和结构形式，示范总面积达53万平方米，其中已建成21万平方米，为全面推广超低能耗建筑奠定坚实基础。

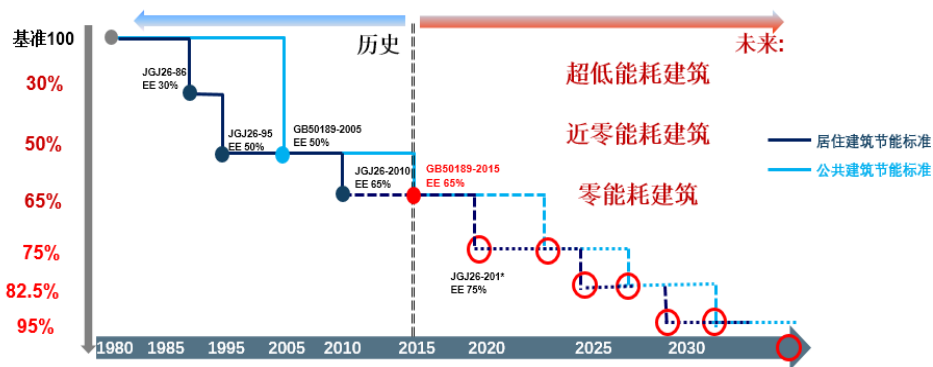


图 3-3 零能耗建筑标准展望

（五）持续推进既有居住建筑节能改造

“十二五”时期，全市针对1990年以前建成的老旧小区实行以抗震节能为主，环境整治为辅的综合整治，共完成约5500万平方米老旧小区综合整治。

“十三五”时期，北京市稳步推进既有建筑节能改造工作。在实施城镇非节能居住建筑节能改造过程中，由“任务制”改为“申请制”，建立了“自下而上、以需

定项”的原则。2017 年北京市启动新一轮老旧小区综合整治工作，发布了《北京市老旧小区综合整治工作方案（2018-2020 年）》，市住房城乡建设委同市有关委办局陆续出台了相关配套文件，涉及规划建设、工程管理、长效机制建设、增设电梯。2019 年 2 月，经北京市政府批准，市财政局会同市住房城乡建设委、市发展改革委、市城市管理委出台了老旧小区综合整治资金政策，形成“1+5”政策体系。在资金政策中，明确基础类内容以政府出资为主，自选类内容由居民自愿选择实施，采取社会投资、居民付费和政府补贴方式筹集资金，同时对房改房小区和商品房小区制定了不同的补助标准，明晰了老旧小区综合整治政府、市场、业主责任边界。截至 2020 年底，采用自下而上申请制，共确认 433 个老旧小区开展综合整治，涉及小区 511 个、住宅楼 3646 栋、居民 34 万户，涉及建筑面积近 2000 万平方米。

国家要求到“十四五”期末力争基本完成 2000 年底前建成的需改造城镇老旧小区改造任务。北京市计划“十四五”期末，力争基本完成全市需改造老旧小区的改造任务，重点实施基础类改造，积极推动完善类改造，协调开展提升类改造，积极有序推进北京市老旧小区改造工作，实现老旧小区改造改出新模式、新机制、新面貌。到 2035 年，把全市老旧小区建设成为房屋安全、环境整洁、绿色低碳、公共服务设施完善、市政配套基础设施完备、物业管理服务覆盖、长效管理机制健全的宜居小区和幸福家园。



图 3-4 丰台区莲花池西里 6 号院整治改造前后实景

（六）推动公共建筑节能绿色化改造和精细化管理

2016 年北京市住房城乡建设委联合市发展改革委、市财政局、市规划委共

同印发的《北京市公共建筑能效提升行动计划（2016-2018年）》。2017年制定出台了《北京市公共建筑节能绿色化改造项目及奖励资金管理暂行办法》，作为政策附件同步发布了《北京市公共建筑节能改造节能量（率）核定方法》和《北京市公共建筑节能绿色化改造技术指南》。同年被住房城乡建设部批复同意列入“全国公共建筑能效提升重点城市”。

截至2020年底，通过北京市公共建筑节能绿色化改造平台申报在线申报项目188个，总面积1337万平方米。已完成改造的项目123个，改造面积近1000万平方米。其中普通公建16项，平均节能率23.9%；大型公建107项，平均节能率20.47%。

截止到2020年底，完成改造运行一年后通过区组织综合验收的项目共计42项，建筑总面积255万平方米，核准的奖励面积235万平方米，平均节能率21.56%，获得良好的节能减排效果和社会效益。



图 3-5.1 北京市公共建筑节能绿色化改造内容

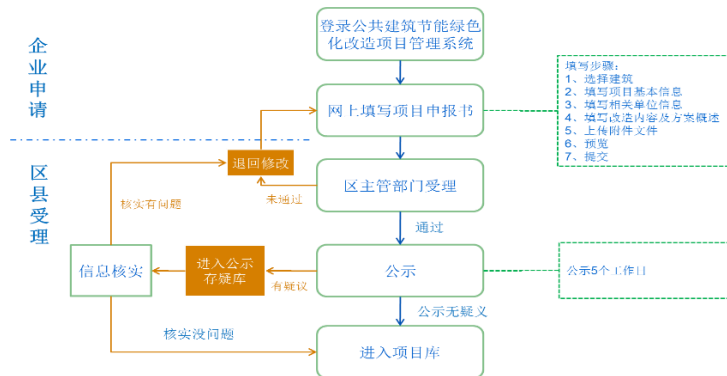


图 3-5.2 北京市公共建筑节能改造操作流程

北京市依据《北京市公共建筑能耗限额和级差价格工作方案（试行）》、《北京市公共建筑电耗限额管理暂行办法》等文件，以建筑自身历史用电量为基准，为建筑面积超过 3000 平方米的公共建筑按年度下达电耗限额指标，并按照该限额指标按年度对其进行考核。同时，每年持续开展其他作为配套支撑作用的相关工作，包括新建建筑信息采集、已采集信息核查、宣传培训、平台搭建与升级、课题研究等。

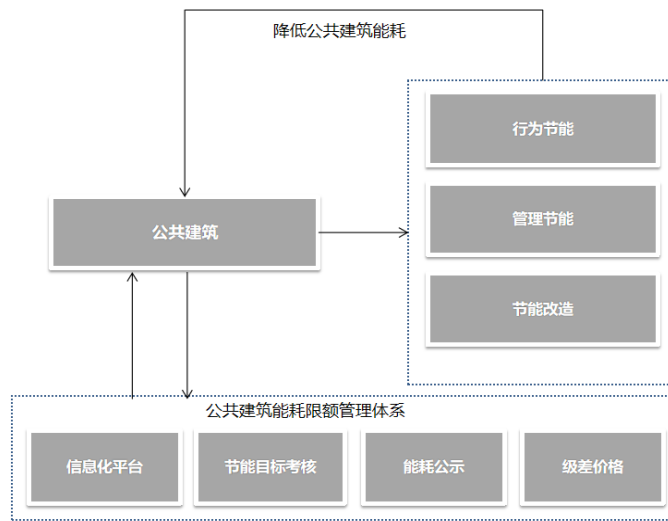


图 3-6 北京市公建能耗定额系统流程

截至 2020 年年底，纳入限额管理的共有 7460 家单位 12222 栋建筑，涉及 1.63 亿平方米；连续六年开展了电耗限额执行情况考核，累计奖励 504 个企业，通报批评 2069 个企业。公共建筑电耗限额管理工作实施以来，纳入限额管理的公共建筑总用电量及电耗强度的快速增长得到有效遏制，2014-2018 年共节约电量 19.4 亿千瓦时。

此外，通过节约型机关创建和定额管理措施促进，与 2015 年相比，北京市现有的 7927 家公共机构单位建筑面积能耗下降 16.4%，人均综合能耗下降 12.4%，人均用水量下降 15.4%。2020 年单位建筑面积能耗降至 23.3 千克标准煤/平方米，人均综合能耗 389.9 千克标准煤/人，人均用水量 29.6 立方米/人。

（七）城区建筑能源结构调整和供热系统重构

北京市在《北京市实施〈中华人民共和国节约能源法〉办法》《北京市民用建筑节能管理办法》中明确规定在民用建筑中推广太阳能、地热能、水能、风能等可再生能源的利用。出台了《北京市太阳能热水系统城镇建筑应用管理办法》《关于印发北京市进一步促进地热能开发及热泵系统利用实施意见的通知》《北京市分布式光伏发电奖励资金管理办法》《关于加大煤改清洁能源政策支持力度的通知》等政策，先后对太阳能热水、采暖、光伏项目及热泵项目进行市级财政补贴，极大地推动了北京市可再生能源的应用和发展。

编制了北京市《太阳能热水系统施工技术规范》《村镇住宅太阳能采暖应用技术规程》《建筑太阳能光伏系统安装及验收规程》等标准，发布了《太阳能热水系统设计施工安装》通用图集，在《居住建筑节能设计标准》《公共建筑节能设计标准》中对太阳能热水系统、太阳能光伏发电系统的应用进行了详细规定，规范了北京市可再生能源建筑应用。

“十三五”以来，北京市继续执行新建建筑中太阳能热水系统应用的相关政策，鼓励推广应用分布式太阳能光伏系统，因地制宜推广热泵技术，推动可再生能源建筑应用的可持续发展。2016到2019年期间，北京市累计建成太阳能热水系统建筑应用**3300**万平方米、城镇可再生能源供热**3580**万平方米，其中新增浅层地温能为**3100**万平方米，深层地热能**366.5**万平方米，污水源**121.5**万平方米、光电建筑应用能力**51**万千瓦。

截止到**2020**年底，全市地热及热泵供暖面积**1**亿平方米，其中城镇供热系统中热泵供热面积约**3733**万平方米，占比达到**4.2%**；农村地区**74**万户实现热泵替代散煤供暖。太阳能热水实际建筑面积为**10098**万平方米，太阳能光电建筑面积为**1012.5**万平方米。在政策的支持和引导下，推动了可再生能源的规模化发展，促进技术创新、技术成本下降，技术创新和商业化模式的创新都趋于多样化，未来将进入大范围增量替代、区域性存量替代的发展阶段。

（八）农村建筑能源结构调整和清洁采暖迭代

“十三五”时期，北京市认真贯彻中央“打赢脱贫攻坚战”整体部署，落实北京

市委市政府乡村振兴战略，扎实推进美丽乡村建设，围绕农村困难群体“住房安全保障”，开展农村4类重点对象和低收入群众危房改造工作及抗震节能农宅建设工作，累计实施14万余户农房抗震节能建设工作，印发了《北京市农村4类重点对象和低收入群众危房改造工作方案（2018-2020年）》、《北京市农民抗震节能住宅建设工作方案（2018-2020年）》、《北京市农村4类重点对象和低收入群众危房改造工作流程（2018-2020年）》，明确了危房改造和抗震节能农宅建设工作机制、建设标准、补助标准和工作流程。

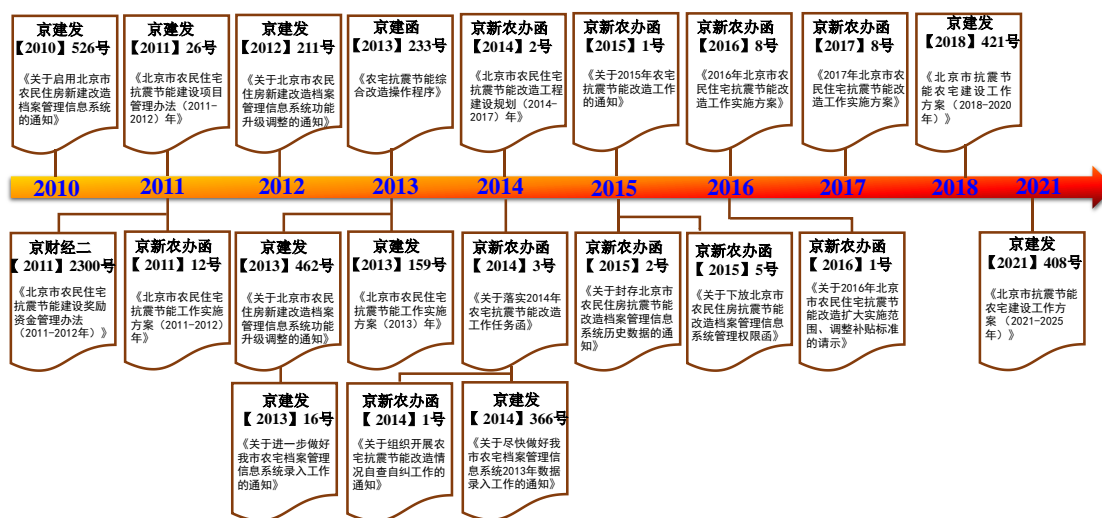


图 3-7 北京市农村节能政策历程

在政策宣传方面，镇、村利用公示栏，公开危房改造和抗震节能建设各项政策、建设标准和建设范围，及时公示危房改造和抗震节能农宅建设农户基本信息和建设内容。向各级干部和农民群众的《口袋书》、《明白卡》，帮助各级干部和广大群众掌握危房改造政策。三是加强培训。组织区、镇和村负责农房建设的相关人员培训，解读实施方案，讲解农房建设抗震技术标准，开展农房新型装配式及钢结构技术推广与应用。开展农村工匠培训，目前北京市市农村工匠约6700名通过培训考核。

截至2020年，北京市累计有70万余户实施了危房改造和抗震节能农宅建设。通过农村危房改造和抗震节能农宅建设，提高了农村住房防灾减灾能力，提升了农村住房质量和品质，改善了人居环境，增强了农村居民的获得感、幸福感和安全感，有力的推动了美丽乡村建设与城市建设的协同发展。截止2020年底，全

市 3891 个村中 86.4% 的农村村庄、累计 3398 个村的约 138 万户完成了煤改清洁能源改造，户均供电能力提高到 9 千瓦。

其中，煤改电村庄 2111 个村约 86 万户、煤改气村庄 552 个村约 22 万户，其余大部分为拆迁集体上楼以及少量太阳能等其他采暖方式。在煤改电农户中以空气源热泵为主，共有约 78 万台，蓄热式电采暖 22 万台，其余还有少量的电锅炉等其他电采暖。

剩余约 500 个山区村庄未实施清洁能源改造，采用优质煤采暖。

北京市农户共约 145 万户，课题组调研数据显示农村户均采暖面积约为 106 m²/户，由此估算北京市农村供热面积约 1.5 亿平方米，其中热泵供热约 8200 万平方米。

四、北京市建筑领域低碳高质量发展的问题和障碍

课题组通过对北京市部分委办局的调研访谈、对两个区县部分区域进行的现场踏勘、数据采集和问题分析、以及国内外四个前沿技术案例的分析整理基础上，总结得出北京市建筑领域绿色低碳发展的问题和障碍。具体如下：

（一）实施路径尚不明确，任务安排缺乏统筹

全市建筑领域的绿色低碳发展工作的顶层设计与总体目标尚不清晰，实施路径尚不明确。北京市相关部门已出台的文件当中，任务安排缺乏统筹。

北京市还没有明确建筑能耗总量和碳排放总量的量化控制要求，现有的目标还是以短期为主，并且大多着眼于新建建筑节能达标率、既有建筑节能改造面积、可再生能源利用量等具体指标，涉及到的能耗和碳排放目标是以节能减排能力作为相对指标。这样设定目标存在一定的局限性：一是无法得出量化建筑能源消耗和二氧化碳排放量；二是不能反映是否与国家层面总体的节能减排要求相适应；三是缺少中长期目标规划，无法对近期目标和工作措施形成倒逼机制；四是无法对建筑节能低碳相关技术、产品和产业形成引导，致使相关技术的发展缺少清晰确切的目标。

以新建建筑的强制性节能标准为例，标准规定的每一项指标只是最低要求，如果只是按照节能标准的最低要求组合设计出来的建筑只能是合法的建筑，但肯定不是节能最优的建筑，因为节能标准中的最低指标值不能定的太高，有时也不尽合理，所以按照目前的节能标准体系只是对建筑要求满足单项最低指标。反映在实际工作当中，就是部分按照标准设计的新建项目出现整体建筑运行能耗高于计算节能率的情况。

由此可见，总体目标尚未明确量化是建筑领域绿色低碳发展的首要问题，推进工作当中就会出现路径不明确，任务安排缺乏统筹。

（二）协同机制有待构建，支撑政策缺少细则

建筑领域的低碳节能工作的综合性强、主体众多，协同机制不完善，跨部门、

跨主体协调难度大、周期长，容易出现“九龙治水没水喝”、“看得见的够不着”、“管得住的看不见”的现象，越到基层工作统筹越困难。

当前国家和北京市层面均无建筑节能低碳工作的统一协调机构。例如建筑碳排放和污染物排放归生态环境局管理；城市的水电气热供应归市政管委管理；建筑节能相关的统计数据，归统计局管理；建筑材料和节能产品的供应企业归经信委管理；建筑节能相关的激励措施，归财政局管理；建筑节能项目的能评报告，归发改委管理等等。承担建筑节能工作的住建部门，在开展建筑节能工作中需要与相关的部门配合时，无法找到合适的渠道进行协调，影响建筑领域低碳节能工作整体顺利发展。

此外，建筑领域低碳发展的政策体系尚不完整，只有纲领性、主干性的政策法规，配套支持政策不足，政策之间相互支撑衔接不充分，难以形成合力。特别是基层开展工作的具体细则明显缺失，多数“标杆”案例的成功经验依托特殊政策，推广复制的局限性大。

另外，政策方面还有一个障碍就是政策的连续性不够，有些临时性的激励性和奖励性政策一经出台，就带来“抢地盘”、“抢开工”、“抢验收”的行业热闹现象，违背了建筑节能是一个“过程”的规律，对建筑领域节能低碳的长期发展带来不利的影响。

（三）资金来源途径单一，市场机制尚不健全

当前建筑领域的节能减排项目明显存在以财政资金为主的投资特征，资金来源途径单一，社会资本参与积极性不强，金融财税的配套政策较为缺失，市场机制尚不健全。

新建建筑采用节能措施，或者对既有建筑进行节能改造，都意味着要增加投资，而很多建筑业主只看到投资，不计算收益，对建筑节能的投资属性认识不足。其实很多建筑节能技术的实施，都能在全寿命期内回收成本，从长远来看，建筑业主是能得到实惠的，因此建筑领域的大多数节能项目，无论对从业主的性质构成，还是投资回报率，都撬动金融资源的基础，但资金市场缺乏活跃度。

以本应率先采用市场机制、起带头作用的公共机构节能项目为例，目前，多数单位在绿色低碳方面工作还是习惯性地依赖财政经费，政府办公楼、学校以及

医院在此方面支出均列支在总体后勤保障经费当中。但保障经费较为紧张，每年主要用于运行维护，各机构几乎没有能够用于绿色低碳方面的改造经费。

国家相关部门出台了一系列文件，旨在能够从“强制”与“激励”两方面着手促进落实建筑节能发展，但是大部分地区对于落实建筑节能及绿色建筑发展仍然较高的依赖于财政资金拨款，即使对于北京、重庆、上海等工作进展较快的地区，目前仍然主要依赖财政资金对市场进行撬动，自主实施的项目占比不高。其中的部分原因是由于建筑节能低碳发展的各项工作的经济收益兼得性低，如能源审计及能耗公示制度、能耗限额制度、碳交易和绿色电力交易、用电需求侧管理等，各项工作的经济收益有些是难以量化、有些则是兑现手续繁琐、还有些则是实操性差。

（四）数据信息透明度低，能耗数据缺乏共享

建筑的能耗水耗相关的数据，目前可划分为以下四类：

- ✓ 第一类是纳入统计管理体系的总量和少量分项上报数据；
- ✓ 第二类是和缴费账单挂钩的水电气热计费表具的数据，这类数据掌握在能源供应企业手里；
- ✓ 第三类是建筑的运营管理单位或节能服务公司为优化管理和节能改造安装的计量表具的数据；
- ✓ 第四类数据是行业管理部门，为出台定额进行监管部署的动态监测平台，数据掌握在政府部门和技术支撑单位手里。

上述四类数据之间有明显的“玻璃门”，数据信息的透明度低，相互之间缺乏共享，带来“有表无数”、“有数不准”的问题，导致建筑节能减排工作开展的基础不牢。

以课题组在调研走访的基层政府办公建筑及学校为例，普遍存在能源计量系统不完善的问题。配电系统中多数只有电网公司计费表可以实现能源计量，其他分路分项均为电流表，不能满足能耗计量需求，对进一步节能管理存在阻力。少数建筑虽然配有电力分项计量措施，可以实现分楼分线路分重点设备实施计量，但尚未实现远程数据通讯，需本地人工记录实时数据。采暖系统中，多数建筑物内无热表计量采暖耗热量。少数建筑内装有热表，但采暖耗热量数据采集至热力

公司。在相关统计报送和监测系统中，各单位在系统填报采暖热力过程中通常采用面积或采暖费折算的方式，数据缺少有效的支撑来源。水系统中，只有少数学校可以实时监测到各分管路跑水漏水的现象，多数缺少分支路计量设备。

五、北京市建筑低碳高质量发展的路径和行动方案

习近平主席在中共中央政治局第二十九次集体学习讲话(2021年4月30日)讲话当中指出,实现碳达峰、碳中和是我国向世界作出的庄严承诺,也是一场广泛而深刻的经济社会变革,绝不是轻轻松松就能实现的。各级党委和政府要拿出抓铁有痕、踏石留印的劲头,明确时间表、路线图、施工图,推动经济社会发展建立在资源高效利用和绿色低碳发展的基础之上。

北京城市总体规划(2016年—2035年)已明确到2035年全市建设用地总规模(包括城乡建设用地、特殊用地、对外交通用地及部分水利设施用地)控制在3670平方公里左右,其中城乡建设用地规模减到2760平方公里左右。全市常住人口规模长期稳定控制在2300万,到2035年全市人均用电负荷达到1.7千瓦左右,电力负荷达到4000万千瓦左右,年能源消耗总量力争控制在9000万吨标准煤左右。

建筑领域作为北京市占比最大的主要用能和碳排放领域,面临提高能效和降低碳排放的双重挑战。建筑不仅是能源消费端的主要用户,与建筑结合的各类分布式能源也已经成为能源供给端的重要组成部分,顺应能源消费和能源生产革命要求,大力发展超低能耗建筑、近零能耗建筑,乃至零能耗甚至产能建筑逐渐提上发展日程。北京市作为全国科技创新中心和走在全国绿色低碳发展前列的首善之区,有责任率先实现碳中和。

多年来,北京市积极落实国家相关部署,能源节约成效明显,相关工作走在全国前列,连续14年“超额完成”国家下达的节能目标任务,能源利用效率始终保持全国省级地区最优水平。但对标国际一流的和谐宜居之都的首善要求,北京市的建筑节能工作仍有提升空间,仍需要进一步提高能源利用效率。

2021年11月北京市市委常委会审议通过了《北京市进一步强化节能实施方案》^[17],市发展改革委、市委宣传部、市机关事务管理局、市教委、市经济和信息化局、市住房城乡建设委、市城市管理委、市交通委、市商务局、市市场监管局、市国资委等11部门联合印发。方案以充分发挥节能的“第一能源”作用,进一步保障首都能源安全平稳高效运行为目的,提出了本市进一步强化节能工作的十条措施。确定了2021年能源消费总量控制在7250万吨标准煤左右的目标。

2022年2月22日，市政府发布了《北京市“十四五”时期能源发展规划》，确定了能源绿色低碳转型实现新突破，基本建成坚强韧性、绿色低碳智慧能源体系，能源利用效率持续提升，绿色低碳技术研发和推广应用取得新进展，城乡居民生活用能品质持续提升的主要目标，并且明确了强化能源、碳排放总量和强度双控，到2025年，能源消费总量控制在8050万吨标准煤左右，二氧化碳排放总量率先达峰后稳中有降的量化指标。

根据上述规划，可以得出北京市的能源消费总量，将以2021年的7250万吨标煤为基础，2025年控制在8050万吨，年均增长低于3%，到2035年控制在9000万吨，年均增长1.2%。二氧化碳的排放总量则在2025年达峰。

北京市建筑领域低碳高质量发展的行动方案，既要全面贯彻党中央、国务院关于生态文明建设、绿色发展、能源革命、应对气候变化等战略部署，落实北京“四个中心”首都战略定位，也要充分研判北京市建筑节能领域的工作基础，准确把握未来发展趋势，同时，北京市作为国际化大都市，也要加强横向比对，参考和借鉴发达国家在建筑节能与绿色建筑发展方面的目标及路线安排，应对北京市建筑领域今后十五年当中，将面临“新建规模较快增长、存量改造品质提升”的发展需求下，满足二氧化碳排放总量不能增加、能源消耗强度持续下降的低碳高质量发展挑战。

本课题研究提出了——北京市建筑领域低碳高质量发展的“1+10+7”路径和行动方案，如图5-1所示，其中：

- 1: 是总体目标和具体指标；
- 10: 是建议开展的10项工作任务；
- 7: 是支撑行动方案落地的7项保障措施。

对应“1+10+7”路径和行动方案，课题组同时制定出了详细的时间表、路线图和施工图。



图 5-1 北京市建筑领域绿色低碳发展总体方案

(一) 总体目标与具体指标

2021年5月29日,北京市委书记蔡奇到城市副中心调查研究时强调,实现碳达峰、碳中和,是贯彻习近平生态文明思想的重要实践,是我国实现可持续发展、高质量发展的内在要求,也是构建新发展格局的重要标志。北京作为首都,理应在这方面走在全国前列,争当“领头羊”。

2021年6月3日,北京市委常委会听取了北京市碳达峰评估和碳中和行动纲要有关情况汇报,强调,要把率先实现碳达峰后稳中有降作为“十四五”时期践行新发展理念、融入新发展格局的重要抓手,把谋划碳中和愿景作为实现高质量发展的重要支撑,推动经济社会发展绿色转型,在全国碳达峰碳中和行动中发挥示范引领作用。

结合专家访谈和北京市委办局调研结果,推算得出十四五时期,全市新增建筑面积预计1.2亿平方米左右,在满足人民群众良好生活品质需要的前提下,减缓民用建筑能耗总量及碳排放总量增速,城镇居住建筑单位面积采暖能耗继续呈现下降趋势,公共建筑单位面积能耗强度增长趋势得到有效控制,建议建筑领域低碳发展目标为:

- ◇ 到 2025 年左右民用建筑能源消费总量控制在 4800 万吨标准煤以下，二氧化碳排放控制在 9500 万吨以下，建筑二氧化碳排放实现达峰；
- ◇ 到 2030 年，民用建筑能源消费总量控制在 5300 万吨标准煤，二氧化碳排放相比 2025 年降低 10%；
- ◇ 到 2035 年，民用建筑能源消费总量控制在 5400 万吨标准煤，二氧化碳排放相比 2025 年降低 30%。

就“十四五”时期，北京市建筑领域低碳绿色发展提出的具体指标建议如下：

- 建筑电气化率超过 70%；
- 政府投资类新建建筑全部按照二星级标准建设，重点工程按照三星级标准建设；
- 实施建筑光伏装机容量 80 万千瓦；
- 新增热泵采暖面积 3000 万平米，清洁供热覆盖率达到 100%；
- 居住建筑低能效家电产品淘汰率达到 80%；
- 城市及农村公共建筑节能和绿色化改造工作基本完成。

（二）路径和行动的时间表及路线图

北京市研究“碳中和行动纲要”已趋成熟，即将出台^[11]。本课题按照北京市建筑领域 2025 年实现碳达峰，全市整体碳中和时间为 2050 年，给出建筑领域绿色低碳 10 项工作任务和具体措施的推进时间表。

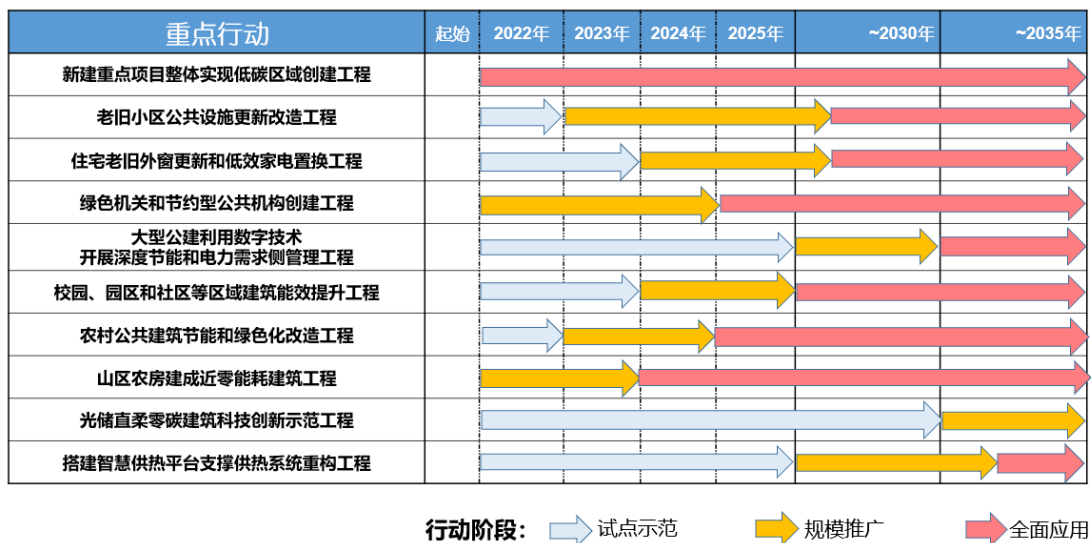


图 5-2 行动方案推进时间表和路线图

根据行动方案的技术成熟度、投资成本与经济环境效益以及实施的难易度，同时综合考虑全国及北京市的实行政策，将行动实施过程分为试点示范、规模推广和全面应用三个阶段，绘制了行动方案的实施时间表，具体见上图。

- 对于政府投资新建项目整体实现低碳区域建设工程（任务一），绿色机关和节约型公共机构建设工程（任务四），山区农房近零碳建筑（任务八），政府较易主导，可操作和可实施性强，且长期受益明显，宜从现在起全面实施或规模化推广后迅速全面应用；
- 而对于老旧小区公共设施更新改造工程（任务二）、住宅老旧外窗和低效家电置换工程（任务三），投资低、见效快、易实施且老百姓认可度高，应在试点示范 1-2 年后快速规模推广并尽早全面实施；
- 对于校园、园区和社区等区域建筑能效提升工程（任务六），农村公共建筑节能和绿色化改造工程（任务七），可操作和可实施性也较强，且短期和长期受益明显，应在 1-2 年内进行试点示范后，进行规模推广，并争取 2025 年前后全面应用；
- 大型公建通过数字能源技术进行深度节能和电力需求侧管理（任务五），光储直柔^[10]零碳建筑科技创新示范工程（任务九），搭建智慧供热平台支撑供热系统重构（任务十），涉及到的利益主体较多，并且和体制机制关联度大，需进行较多的试点和较长时间的示范，然后带动规模效应，

并适时全面推广。

(三) 路径和行动的施工图——“十四五”期间建议开展的重点工作

围绕建筑领域低碳高质量发展的总体目标和具体指标，与时间表和路线图相对应，制定施工图——“十四五”期间建议开展的 10 项工作任务和重点工作，各项任务之间既相互独立、又互为支撑，是一个有机管理的整体，设置思路如下图所示。

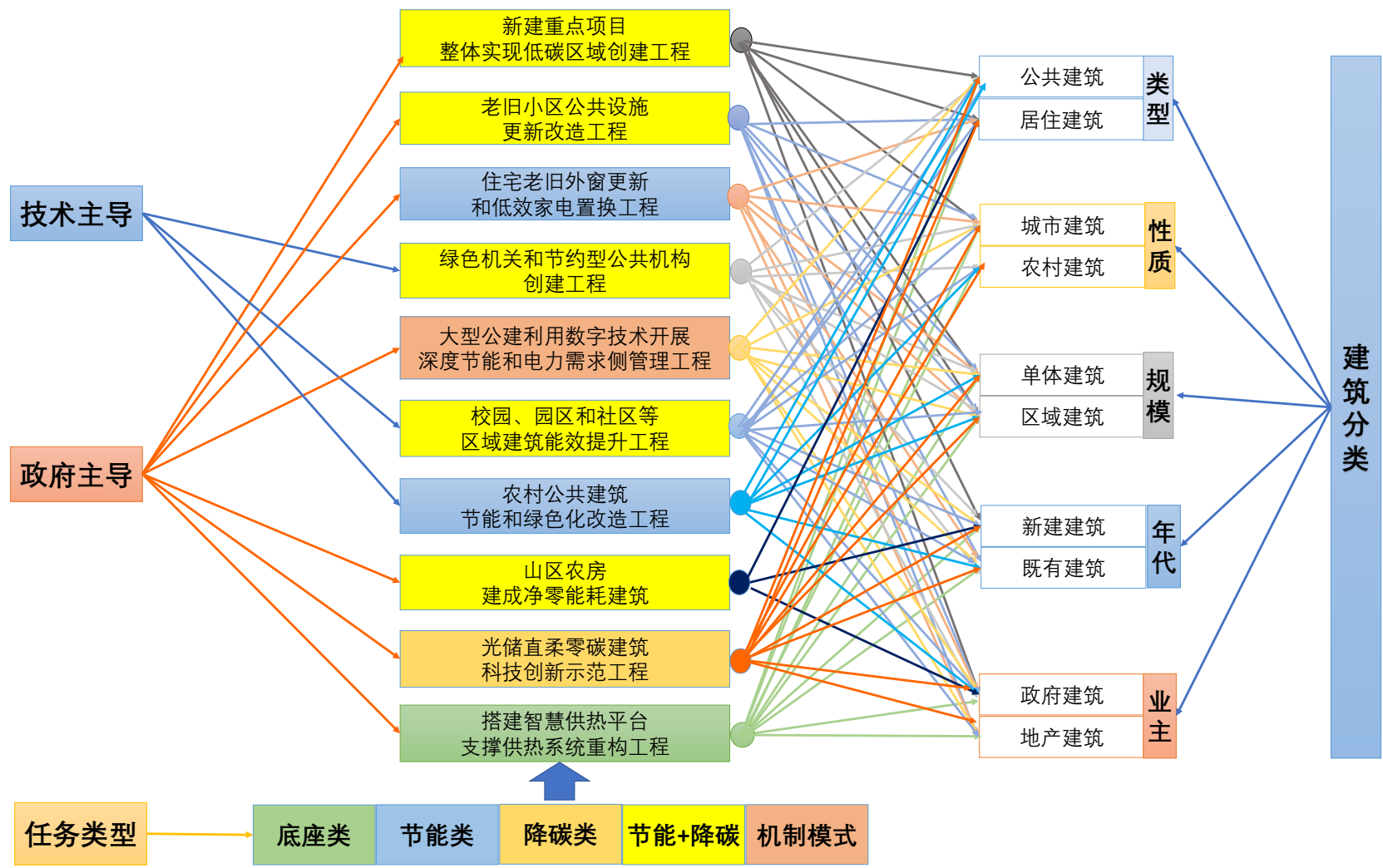


图 5-3 重点工作设置关联关系图

对 10 项重点任务的工作对象、投资规模和收益（测算依据部分来源于行业研究报告，部分来源于实际项目案例^{[[12]][[13]][[14]][[15]][[16]][[17]]}）、项目清单详述如下：

1. 新建重点项目整体实现低碳区域创建

(1) 任务对象：

政府投资建设的保障性安居工程、公益性建筑、大型公共建筑等项目。

(2) 投资规模：

政府投资 50 亿元。

(3) 投资效益：

本项任务达成后，每年可实现节省标煤 6.5 万 tce，节能投资成本 7.7 万元/tce。

(4) 测算依据：

根据北京城市总体发展规划成果并结合调研数据，预计到 2025 年北京市政府投资类新增建筑约 5000 万平方米，建议从重点区域当中的重点项目中选择 500 万平方米，提前采用超低能耗和净零能耗标准建设。

按照每平方米增加成本 1000 元，总共增加财政投资 50 亿元。

根据《近零能耗建筑技术标准》（GB/T 51350-2019），超低能耗居住建筑能耗综合值 $\leq 8.0 \text{ kgce}/(\text{m}^2\cdot\text{a})$ 、超低能耗公共建筑综合节能率 $\geq 50\%$ 计算，则此项任务可实现节能 6.5 万 tce/a，减少二氧化碳排放 16 万吨/年。

(5) 项目清单：

城市副中心、中关村科学城、天竺综保区、生命科学园、CBD、金盏国际合作区、运河商务区、大兴国际机场临空经济区等新发展区域的部分重点项目。



图 5-4 案例项目示意图片

2. 老旧小区公共设施更新改造

(1) 任务对象：

与老旧小区综合整治工作结合开展。

(2) 投资规模：

财政投资 36 亿元，带动社会投资超过 100 亿元，总共投资 136 亿元。

(3) 投资效益：

本项任务达成，每年可实现节省标煤 15.6 万 tce，节能投资成本 2.3 万元/tce。

(4) 测算依据：

根据统计年鉴并结合调研数据，北京市现有居住建筑约 6 亿平米，按照 30% 的居住小区在 2025 年前，开展室外供热管网改造和电动车充电桩需求侧管理。

按照每建筑平米政府投资 20 元，共需财政资金 36 亿元，带动社会投资超过 100 亿元。

根据北京市“十三五”时期民用建筑节能项目实施的效果评估，单位建筑面积供热能耗可降低 6%，则此项任务可实现节能 15.6 万 tce/a，减少二氧化碳排放 39 万吨/年。

(5) 项目清单：

实现全市 30% 以上居住小区环境改造和小区公共配套设施设备能效提升。



图 5-5 西城区展览路街道车公庄中里小区综合改造实景

3. 住宅老旧外窗更新和低效家电置换

(1) 项目范围：

目前使用低保温隔热性能外窗的居民家庭，使用二级以下能效的分体空调、燃气壁挂炉的居民家庭。

(2) 投资规模：

外窗更换部分政府投资 48 亿元，带动社会投资 50-100 亿元。

家电置换政府投资 10 亿元，带动社会投资 10-20 亿元。

(3) 投资效益：

外窗更换任务达成后，每年可实现节省标煤 8.6 万 tce，节能投资成本 5.6 万元/tce。

家电置换任务达成后，每年可实现节省标煤 4.0 万 tce，节能投资成本 2.5 万元/tce。

(4) 测算依据：

根据统计年鉴并结合调研数据，北京市居住建筑 6 亿平米，住宅户数约 600 万户，按照 10%的居民家庭在 2025 年前，有意愿主动更换高保温隔热性能的外窗。按照每户补贴 0.8 万元，共需财政资金 48 亿元，带动社会投资 50-100 亿元。根据调研的大量项目案例，门窗热损占围护结构热损的 50%，则此项通过提高外窗性能可实现节能 8.6 万 tce/a，减少二氧化碳排放 21.5 万吨/年。

根据相关协会统计数据，全市仅老旧燃气采暖热水炉就将近约 100 万台。根据部分空调器生产厂家北京地区销售公司提供的数据，满 10 年的老旧空调器约 700 万台。按照 50 万户的居民家庭在 2025 年前，置换老旧空调，提高厨房和热水器电气化率，每户补贴 0.2 万元，共需财政资金 10 亿元，带动社会投资 10-20 亿元。根据清华大学统计数据，城镇居住建筑能耗强度(除采暖外)数据 806 kgce/户，按照相关行业统计数据，用能设备提升可提高能源利用效率 10%，则此项任务可实现节能 4.0 万 tce/a，减少二氧化碳排放 10 万吨/年。

(5) 项目清单：

实现全市 10%以上居民家庭的外窗达到最新节能设计标准要求的性能，房屋品质实现较大提升。

实现全市 50 万户以上居民家庭电气化率提高以及房屋品质提升。

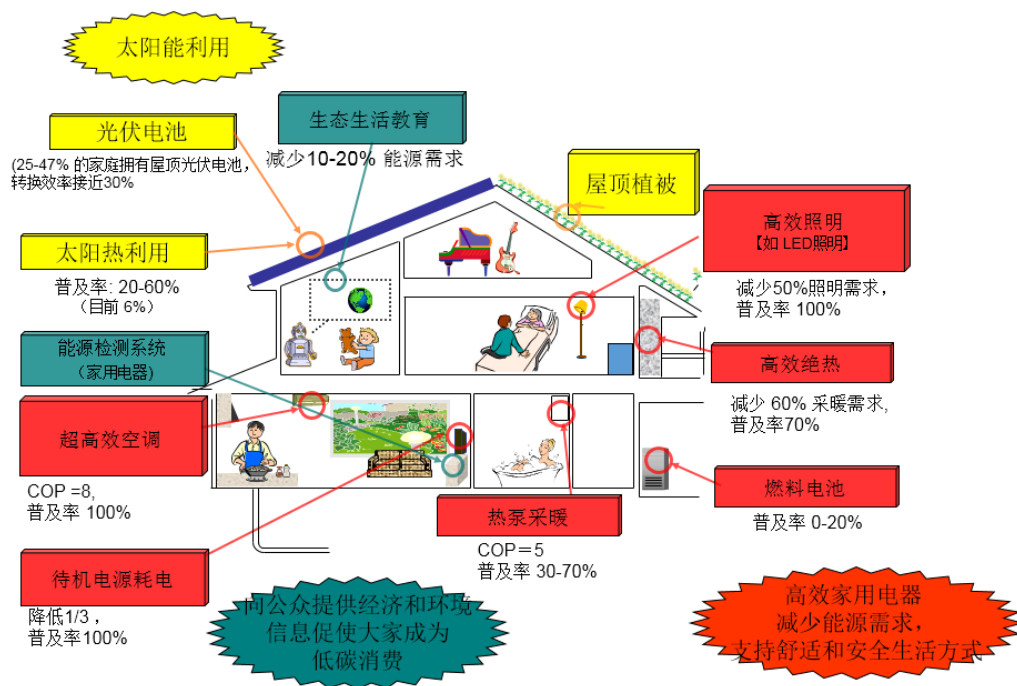


图 5-6 零碳住宅技术措施示意图

4. 绿色机关和节约型公共机构创建

(1) 任务对象:

产权人、使用者和管理方一致的机关办公建筑。

(2) 投资规模:

财政投资 40 亿元。

(3) 投资效益:

本项任务达成, 每年可实现节省标煤 33.7 万 tce, 节能投资成本 1.2 万元/tce。

(4) 测算依据:

根据调研数据, 北京市及中央国家机关办公建筑约 2000 万平米, 在 2025 年前, 全部完成绿色化改造, 达到 2019 年新版绿色建筑三星级运营标识要求, 全部通过国家级绿色公共机构创建要求。

每平米增加投资 200 元, 共需要财政资金 40 亿元。

根据调研的大量公建绿色化改造案例, 绿色建筑三星级运营标准建筑可实现

节能 65%左右，由此可估算出此项任务可实现节能 33.7 万 tce/a，减少二氧化碳排放 84 万吨/年。

(5) 项目清单：

北京市及中央国家机关办公建筑 100%达到 2019 年新版绿色建筑三星级运营标识要求，100%完成绿色公共机构创建。



图 5-7 建筑绿色低碳发展的演进过程

5. 大型公共建筑利用数字技术开展深度节能和电力需求侧管理

(1) 任务对象：

建筑用电尖峰用电较大、可调节负荷裕度宽的大型公共建筑。

(2) 投资规模：

财政 50 亿元，带动社会投资 200-500 亿元。

(3) 投资效益：

本项任务达成后，实现削减相应电力峰值 15%，节能效益不计在本项目中。

(4) 测算依据：

根据课题调研数据，全市写字楼 1 亿平米、宾馆 4000 万平米、医院 800 万平米、商场 3000 万平米、商业综合体 1.2 亿平米，总计约 2.7 亿平米，大型楼宇数量约 2 万栋。

与现有的建筑能耗在线监测平台、公建能耗限额管理信息系统、能耗公示工

作结合开展，要求建筑碳排放数据进行公示，引导业主单位进行能源管理数字化工程，培育建筑领域综合能源服务产业。按照每栋楼宇每年奖励 5 万元，今后 5 年总共需要财政资金 50 亿元，可带动社会投资 200-500 亿元。

(5) 项目清单：

引导全市 75% 以上公共建筑实现运行管理水平技术手段更新，同时利用市场化机制开展绿色化改造。

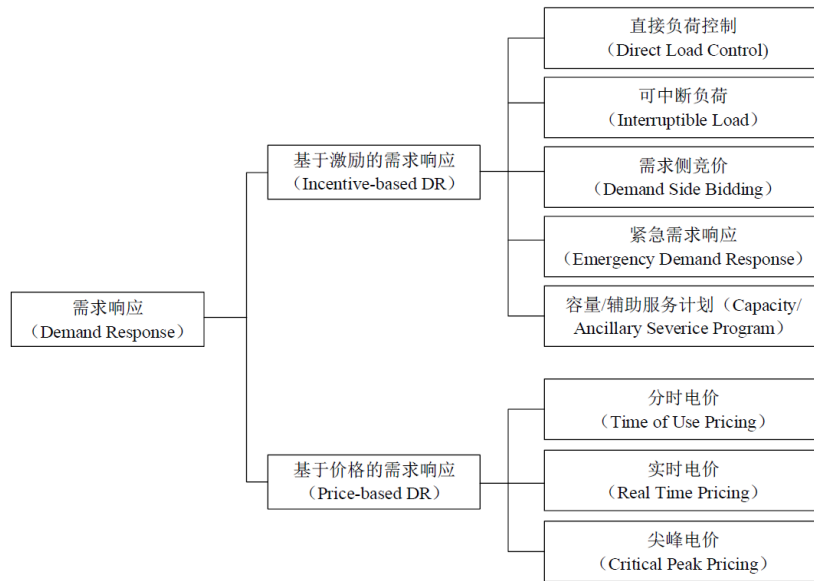


图 5-8 需求侧响应类型图

6. 校区、园区、社区等区域建筑能效整体提升

(1) 任务对象：

校园、科研院所、部队、统一管理的园区等单一业主、边界清晰的院落型建筑群。

(2) 投资规模：

政府投资 50 亿元，带动社会投资 100-200 亿元。

(3) 投资效益：

本项任务达成后，每年可实现节省标煤 39 万 tce，节能投资成本 1.3 万元/tce。

(4) 测算依据：

全市文教和科研类建筑约 6000 万平米；机关大院、部队单位、集中管理园区 4000 万平米，总计 1 亿平米，这三类建筑群适于整体开展区域建筑能效提升，

有条件在 2025 年前全部完成节能和绿色化改造。

按照每平方米财政奖励 50 元，共需财政资金 50 亿元，鼓励采用合同能源管理方式，可带动社会投资 100-200 亿元。

根据调研的项目案例，区域建筑能效提升和区域建筑能源示范可使建筑能效提升 15% 以上，由此可估算出此项任务可实现节能 39.0 万 tce/a，减少二氧化碳排放 97.5 万吨/年。

(5) 项目清单：

实现全市 25% 以上的公共建筑整体完成绿色化改造。

7. 农村公共建筑节能和绿色化改造

(1) 任务对象：

村委会、村办企业、学校、活动中心等各类公共建筑。

(2) 投资规模：

财政投资 45 亿元，带动社会投资 90-180 亿元。

(3) 投资效益：

本项任务达成后，每年可实现节省标煤 46.8 万 tce，节能投资成本 1 万元/tce。

(4) 测算依据：

根据课题调研数据，全市农村公共建筑 9000 万平米，在 2025 年前全部完成绿色化改造。

按照每平方米财政补贴 50 元，鼓励采用整体打包和运营托管型合同能源管理方式，共需财政资金 45 亿元，可带动社会投资 90-180 亿元。

根据北京市“十三五”时期民用建筑节能项目实施的效果评估，单位建筑面积供热能耗可降低 6%，则此项任务可实现节能 46.8 万 tce/a，减少二氧化碳排放 117 万吨/年。

(5) 项目清单：

全市 9000 万平米农村公共建筑全部完成能效提升和绿色化改造。

8. 山区农房建成近零能耗建筑

(1) 任务对象：

尚未完成节能和清洁取暖改造山区农宅。

(2) 投资规模：

财政投资 10 亿元。

(3) 投资效益：

本项任务达成后，每年可实现节省标煤 2.1 万 tce，节能投资成本 4.9 万元/tce。

(4) 测算依据：

根据课题调研数据，全市山区原址重建农宅 1 万户，在 2025 年前全部按照被动式技术进行改造。

按照每平方米增加投资 1000 元，共需财政资金 10 亿。

根据《近零能耗建筑技术标准》(GB/T 51350-2019)，近零能耗居住建筑能耗综合值 $\leq 6.8 \text{ kgce/m}^2$ ，根据课题组的调研数据，农户现能耗强度为 2.74 tce/户，则此项任务可实现节能 2.1 万 tce/a，减少二氧化碳排放 5 万吨/年。

(5) 项目清单：

北京市山区原址重建的农宅基本全部建成近零能耗建筑。



图 5-9 案例项目

9. “光储直柔”零碳建筑科技创新试点示范

(1) 任务对象：

“光储直柔”是低碳建筑领域的最新技术创新方向，与上述任务 1—任务 8 均有交叉关联，任务 9 的对象是选定适宜开展技术试点的应用场景，其中较易先期示范的类型包括低密度大屋顶或景观用地、以短时间照明和空调用电为主、有电

动汽车充电桩安装需求的大型建筑、新建公园、农业嘉年华等。

(2) 投资规模：

财政投资 2 亿元，带动社会资本 1 亿元。

(3) 投资效益：

本项任务达成后，实现就地可再生电力利用率提高 2%。

(4) 测算依据：

根据课题调研数据，全市体育、观演、交通、博览建筑类建筑约 800 万平米，这四类建筑可开展光储直柔新型建筑用电系统新技术应用示范，在 2025 年前完成其中 100 万平米的技术升级。

按照每平米财政奖励 200 元，共需财政资金 2 亿元，同步开展建筑节能改造，结合合同能源管理方式，可带动社会投资近 1 亿元。

(5) 项目清单：

实现全市 10% 以上体育、观演、交通、博览建筑开展光储直柔新技术示范。

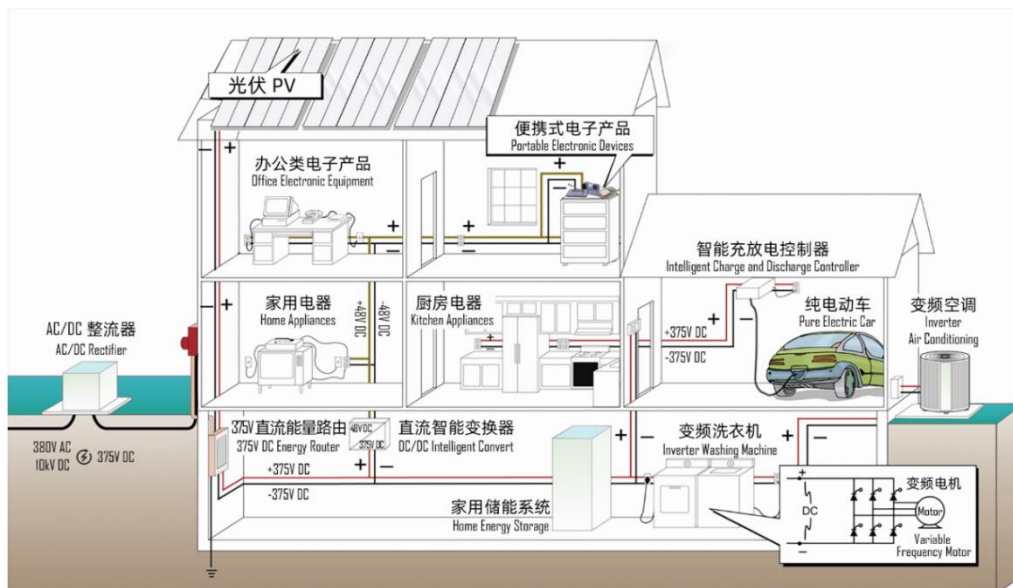


图 5-10 光储直柔建筑系统原理图

10. 搭建智慧供热平台支撑供热系统重构

(1) 任务对象：

供热系统重构是一项北京市低碳发展的“底座类”基础性工作，与上述任务 1—任务 8 均有交叉关联，任务 10 的对象侧重于覆盖全市的智慧供热平台搭建。

(2) 投资规模:

财政投资 1 亿元, 带动社会资本 2-4 亿元。

(3) 投资效益:

本项任务达成后, 可减少供热能耗约 17.3 万 tce。

(4) 测算依据:

2025 年, 城镇供热面积达 10.5 亿平方米, 在 2025 年前, 智慧供热平台覆盖 3 亿平米以上。

根据相关案例, 智慧供热平台可降低供热能耗 10% 以上; 同时, 按照平台搭建 10 元/m², 其中子平台由各子公司或主体出资, 政府投资上位管理平台, 政府投资约占总投资的 30%, 则财政投资约 9 亿元, 结合合同能源管理方式, 可带动社会投资近 21 亿元。

(5) 项目清单:

集中的智慧化供热平台, 覆盖 30% 的城镇供热比例。

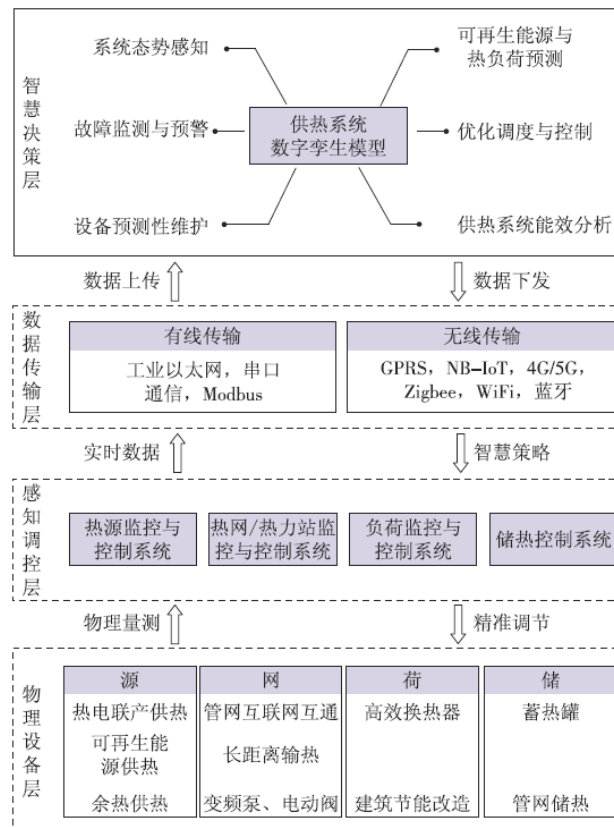


图 5-11 基于数字孪生的智慧供热架构

表 5-1 10 项工作任务和措施汇总表

序号	行动	规模	政府投资 (亿)	年节能量 (万 tce)	节能投资成本 (万元/tce)
1	新建重点项目整体 实现低碳区域创建	500 万 m ²	50	6.5	7.7
2	老旧小区公共设施更新改造	30%小区	36	15.6	2.3
3	住宅外窗更新 和低效家电置换工程	50-60 万户	58	12.7	4.6
4	绿色机关和 节约型公共机构创建	2000 万 m ²	40	33.7	1.2
5	大型公共建筑利用数字技术 开展深度节能和需求侧管理	75%的大型 公建	50	实现削减 电力峰值 15%	/
6	校园、园区、社区等 区域建筑能效整体提升工程	1 亿 m ²	50	39.0	1.3
7	农村公共建筑节能 和绿色化改造工程	9000 万 m ²	45	46.8	1.0
8	山区农房近零能耗建筑 建设工程	1 万户	10	2.1	4.9
9	“光储直柔”零碳建筑 科技创新试点示范	100 万 m ²	2	实现就地 可再生电力 利用率提高 2%	/
10	搭建智慧供热平台 支撑供热系统重构	3 亿平米	9	17.3	0.5
合计		/	350	173.7	/

（四）行动方案保障措施

1. 编制中长期路线图

结合国家面向 2030 年、2060 年的生态文明建设、致力于绿色发展的城乡建设、控制温室气体排放达峰承诺、全国能源消费总量控制等国家需求，以及北京市城市总体规划设定的目标任务，研究北京市绿色建筑、建筑用能总量及二氧化碳排放现状及趋势，提出北京市在绿色建筑发展、建筑用能及碳排放量的中长期总量和强度目标以及总量和强度约束下的定量指标体系。

2. 完善扶持政策细则

总结北京市“十三五”时期在绿色建筑、超低能耗建筑、公共建筑节能绿色化改造等领域的政策扶持体系，由发展改革委同住房城乡建设委、市城市管理委、生态环境局、机关事务管理局、北京市教委、财政局等部门通过职能合作、统筹管理、综合执法，减少监管盲区及阻力，提升监管效果，同时积极构建符合北京特点需求的促进建筑领域绿色低碳高质量发展的政策扶持体系，出台具体细则。将建筑绿色低碳发展纳入生态文明建设、节能环保、应对气候变化等支持政策体系，作为扩大内需、拉动经济、促进消费的重要领域，制定有关财政奖补政策，安排专门财政资金预算，支持建筑绿色低碳发展。

3. 创新绿色金融服务

制定建筑节能与绿色建筑领域绿色信贷项目指南，建立一套操作性强的实施细则，为企业和商业银行做好绿色信贷提供制度和标准参考。鼓励开展绿色信贷资产证券化探索，完善合同能源管理未来收益权融资机制，探索未来收益权及碳排放权等环境权益及其收益权成为合格抵质押物，探索建立统一的交易市场和公示系统。设立建筑绿色发展领域产业绿色投资基金或绿色发展基金，专门用于支持各类建筑节能与绿色建筑领域项目。探索设立绿色担保基金，为绿色信贷、绿色债券支持建筑节能与绿色建筑领域项目提供担保。灵活选用发放贷款、股权投资、基金投资、风险缓释工具等不同基金投资方式。完善绿色基金管理制度，采用政府部门运作、专业投资团队等不同运作形式，建立风险管理制度。制定在建筑节能与绿色建筑领域项目中引入绿色保险的实施意见，并选择有关项目开展试点示范，进一步厘清绿色保险支持建筑节能与绿色建筑发展的制度设计。

4. 打造数字能源共享平台

利用大数据、物联网、云计算、BIM 技术、区块链等信息化技术，整合政府数据、社会数据、互联网数据资源，实现数据信息搜集、处理、传输、存储和数据库的现代化，深化大数据关联分析、融合利用，实现能源数据共享。在既有建筑节能改造方面，为北京市建筑电耗限额管理工作提供数据支撑；在新建绿色建筑方面，登记全市范围甚至京津冀地区内所有绿色建筑的星级、主要技术参数、用能等信息。在项目节能评估方面，加强能源评估数据分析，推进能评平台信息与总量控制等关联平台成果的对接，为北京市节能形势会商、预测预警、精细化管理等提供科学支撑；进一步优化完成能评信息系统，提高评审效率，加强数据分析等。

5. 完善技术标准体系

开展节能评估方法论研究，为能评进一步提高科学性提供基础；开展节能验收标准制定和制度研究，为开展节能验收工作提供指导；修订能评监察技术核查规范地方标准，促进节能审查意见的落实；跟踪承诺制项目试点情况，及时总结经验，提出政策建议；加快实施节能和循环经济标准制修订工作，并通过市发展改革委和市场监管局联合印发实施。不断完善建筑节能与绿色建筑标准水平，提升建筑品质及环境要求。提升建筑节能指标，提高供暖效率。完善绿色街区、社区、校园等区域绿色化建设要求。积极培育发展团体和企业标准。

6. 加速科技成果转化和应用示范

加大与科技部门的交流和合作，争取项目支持，重点支持高品质绿色建筑、近零能耗、零能耗建筑、绿色生态城区建设的技術研究和成果转化，实现对绿色建筑的设计、建造、运行维护、评价和改造等的系统支撑。加强建筑绿色发展行业创新平台顶层制度设计，开展战略性、前沿性、前瞻性、基础性科技创新活动，产出具有重大影响力的原创成果；布局建设以实现从科学到技术的转化、促进重大基础研究成果产业化为目标的技术创新中心，为区域和产业发展提供源头技术供给，为科技型中小企业孵化、培育和发展提供创新服务，构建一批协同创新共同体。完善创新平台运行机制和考核评估机制。研究建筑节能与绿色建筑科技成果推广转化的路径、转化工作体系及评价方法，建立符合北京市相关政策和行业

特点的科技成果推广转化管理制度和办法，推动科技成果与产业、企业技术创新需求有效对接。

支持科技示范工程，持续更新《北京市节能技术产品推荐目录》，定期发布技术、产品推广、限制和禁止使用目录。加大《北京市构建市场导向的绿色技术创新体系实施方案》（京发改〔2020〕789号）、《关于进一步完善市场导向的绿色技术创新体系若干措施》（京发改〔2021〕1411号），关于印发北京市创新型绿色技术及示范应用项目征集遴选管理细则(试行)的通知（京发改规〔2021〕9号）等文件的执行力度。

7. 提高全民节能及低碳意识

研究制订开展全民建筑节能与绿色低碳建筑宣传教育的指导性文件。主管部门、宣传和教育部门加强合作，筛选一批有条件、有代表性的城市、学校、大型公共建筑，开展全民建筑节能与绿色建筑宣传教育试点，并逐步扩大宣传教育覆盖范围。以“全国节能宣传周”为契机，设立统一的宣传主题，开展创意新、影响大、形式多样的宣传教育活动。通过“绿色校园建设”工作的开展，加大基础教育、高等教育阶段的建筑节能与绿色建筑宣传教育力度。充分利用媒体，特别是新媒体（微信等）广泛宣传建筑领域绿色低碳的法律法规和政策措施，普及节能及绿色发展理念及知识，树立节能及绿色意识，促进行为节能。积极宣传建筑节能与绿色建筑法律法规、政策措施、典型案例、先进经验，加强舆论监督，营造建筑绿色低碳高质量发展的良好氛围。

六、总结

北京作为首都，理应在低碳高质量发展方面走在全国前列，争当“领头羊”，把谋划碳中和愿景作为实现高质量发展的重要支撑，推动经济社会发展绿色转型，在全国碳达峰碳中和行动中发挥示范引领作用。不同于许多国际大都市在其发展过程中自然实现碳减排，北京市需要在其城市“成长期”迅速转型，主动降低碳排放，实现碳中和的过程中仍面临诸多挑战。建筑领域的能耗和碳排放已占到北京全市 60%的比重，存在实施路径尚不明确、任务安排缺乏统筹，协同机制有待构建、支撑政策缺少细则，资金来源途径单一、市场机制尚不健全，数据信息透明度低、能耗数据缺乏共享四方面的障碍。

本课题按照北京市建筑领域 2025 年实现碳达峰，全市整体碳中和时间为 2050 年，给出了建筑领域绿色低碳高质量发展的时间表、路线图和施工图——简称“1+10+7”行动方案，包括目标和指标、工作路径、重点任务和保障措施。

1: 是总体目标和指标:

- ◇ 2025 年北京市民用建筑能源消费总量控制在 4800 万吨标准煤以下，二氧化碳排放控制在 9500 万吨以下，建筑领域二氧化碳排放实现达峰。
- ◇ 到 2030 年，建筑能源消费总量控制在 5300 万吨标准煤，二氧化碳排放相比 2025 年降低 10%。
- ◇ 到 2035 年，建筑能源消费总量控制在 5400 万吨标准煤，二氧化碳排放相比 2025 年降低 30%作为双控目标。

10: 是 10 项具体任务和措施，包括:

- (1) 政府投资新建重点项目整体实现低碳区域建设工程；
- (2) 老旧小区公共设施更新改造工程；
- (3) 住宅老旧外窗和低效家电置换工程；
- (4) 绿色机关和节约型公共机构建设工程；

- (5) 大型公建通过数字能源技术进行深度节能和电力需求侧管理；
- (6) 校园、园区和社区等区域建筑能效提升工程；
- (7) 农村公共建筑节能和绿色化改造工程；
- (8) 山区农房建成近零能耗建筑工程；
- (9) 光储直柔零碳建筑科技创新示范工程；
- (10) 搭建智慧供热平台支撑供热系统重构工程。

根据行动方案的技术成熟度、投资成本与经济环境效益以及实施的难易度，同时综合考虑全国形势及北京的发展阶段，将上述 10 项重点工作和任务实施过程分为试点示范、规模推广和全面应用三个阶段，协同有序推进。

7: 是支撑行动方案落地的 7 项保障措施。

具体包括：编制中长期路线图、完善扶持政策细则、创新绿色金融服务、打造数字能源共享平台、完善技术标准体系、加速科技成果转化、提高全民节能及低碳意识。

面向新的发展时期，北京市新建建筑节能标准还有一定的提升空间，量大面广的既有建筑仍存在节能运行与改造价值，广大的农村地区建筑节能及绿色发展潜力尚未得到充分挖掘。参照本课题研究成果，“十四五期间”开展建议的 10 项绿色建筑领域的工作任务，总共需要政府投资 350 亿元，带动社会投资 500-1000 亿元，每年可节能 173.7 万 tce/a，减少二氧化碳排放 433 万吨（未考虑能源结构调整引起的碳排放因子变化因素的影响）。

本项目研究成果中的部分相关建议已被政府相关部门采纳并写进十四五时期的相关规划中：

◇ 北京“十四五”时期城市管理发展规划

- 开展老旧小区综合整治。从基础类、完善类、提升类三方面开展老旧小区综合整治。在居民意愿基础上支持鼓励将停车位及充电设施

电气化改造纳入老旧小区改造工程；

- 推动供热节能增效。推进老旧小区改造和公共建筑节能绿色化改造项目实施；
- 提升智能化供热水平。利用云计算、大数据、仿真系统、物联网、GIS 定位等技术进行供热系统智能化改造，搭建企业级智能化供热管理平台，推进全市供热行业“一张网”系统建设。

◇ 北京市“十四五”时期公共机构节约能源资源工作规划

- 开展绿色创建示范引领；
- 全面提升建筑能效及电气化率。公共机构新建建筑全面执行绿色建筑标准，推动既有建筑通过改造达到绿色建筑标准，鼓励建设超低能耗、零能耗、碳中和建筑，探索推进行政办公区建设零碳示范建筑。持续开展既有建筑围护结构、自然通风、自然采光等综合节能改造，大力推进远郊区既有建筑能效提升工作。开展公共机构实施燃气锅炉和灶具电气化改造。

◇ 北京市“十四五”时期能源发展规划

- 提高电力需求侧响应能力。发挥电力在能源互联网中的纽带作用，挖掘需求响应资源，聚集大型商务楼宇、电动汽车和储能设施等资源，建设虚拟电厂。建立市场响应的交易政策，完善辅助服务市场机制，积极引导用户参与电力需求侧响应；
- 提升老旧小区专业管线改造水平。加强老旧小区专业管线统筹实施，基本完成 2000 年以前需改造的城镇老旧小区电力、天然气、供热管线更新改造；
- 推动供热智能发展。结合智慧城市建设，有序推进城镇供热系统节能和智能化改造，推广分户热计量，推动平衡调节和自动监测等先进技术应用。推动新建建筑与智能化供热系统同步设计、同步建设。结合老旧小区综合整治和低效楼宇更新，同步实施供热智能化改造，进一步提高供热运行管理和服务的智能化水平；
- 实现区域可再生能源多元化利用。开展区域绿色电力市场化交易试

点，不断扩大区域内绿电供需双方交易规模，持续提高跨区域绿电消纳水平。创新绿电消纳模式，完善价格引导机制，推动绿电在蓄热采暖、错峰充电、数据中心等领域的规模化应用。

◇ 北京市“十四五”时期住房和城乡建设科技发展规划

- 推进城市副中心开展“近零碳排放示范区”建设、通州区试点推广碳中和示范项目；
- 科学推动建筑用能电气化；
- 因地制宜在具备条件的新建建筑中设置太阳能光伏、光热和热泵系统；
- 研究开发“光储直柔”新型建筑用能系统等低碳高效能源领域的新技术。

参考文献

- [1] 中共中央 国务院关于对《北京城市总体规划（2016年-2035年）》的批复，2017年9月13日。
- [2] 北京市委关于制定“十四五”规划和2035年远景目标的建议，2020年12月。
- [3] 清华大学气候变化与可持续发展研究院，《国际大都市绿色低碳发展路径和经验剖析》课题研究报告，2021年7月。
- [4] 北京市住建委，关于印发《北京市绿色建筑创建行动实施方案（2020年-2022年）》的通知，2021年6月3日。
- [5] 杨书剑：对于绿色金融服务碳达峰碳中和的几点思考，新浪财经，2021年10月18日。
- [6] 关于印发《北京市绿色社区创建行动实施方案》的通知（京建发〔2021〕315号），2021年9月27日。
- [7] 北京市发展和改革委员会等11部门，关于印发北京市进一步强化节能实施方案的通知。
- [8] 北京市人民政府，北京市“十四五”时期老旧小区改造规划（京建发〔2021〕275号），2021年8月19日。
- [9] 中共北京市委 北京市人民政府关于印发《北京市“十四五”时期国际科技创新中心建设规划》的通知，2021年11月24日。
- [10] 江亿，“光储直柔”——助力实现零碳电力的新型建筑配电系统，《暖通空调》，2021年11月。
- [11] 新京智库，北京碳达峰、碳中和的“四支箭”，新京报评论，2021年10月27日。
- [12] 清华大学建筑节能研究中心，中国建筑节能年度发展研究报告（2007年-2021年），建工出版社。
- [13] 北京市住建委，北京市公共建筑节能绿色化改造案例详析，2020年5月，中国建材工业出版社。
- [14] 许鹏等，建筑需求响应控制及应用技术，2020年3月，中国建筑工业出版社。
- [15] 吴智泉，近零碳排放示范工程建设研究，2018年3月，科学出版社。
- [16] 清华大学建筑节能研究中心、能源基金会，《中国农村散煤治理综合报告2022》，2022年4月。
- [17] 中科华跃能源互联网研究院、能源基金会，《区域建筑能源发展规划研究报告》，2021年9月。