



近零能耗建筑规模化推广 政策、市场与产业研究

Research on Scale Promotion,
policies, market and industry of
Nearly-zero Energy Building

中国建筑科学研究院

2020.9.24

China Academy of Building Research

Sep 24, 2020

摘 要

我国近零能耗建筑自2011年起步试点，目前建成和在建项目已经接近1000万平米，已经完成的近零能耗建筑项目其室内环境品质大幅提升、建筑能耗大幅下降，目前已经初步呈现从单体到规模化推广的态势。为推动近零能耗建筑从单体向规模化发展，本报告开展既有激励政策研究、市场化评价体系建设研究、产业发展预测和最佳案例研究4项工作。

(1) 研究了截止2020年6月，10个省及自治区，16个城市共47项超低能耗建筑相关政策文件，对各类文件特点、内容和颁布数量与地区进行分析，从政策体系、激励力度、发展目标、级别提升、覆盖范围等方面分析各地超低能耗政策发展趋势，通过对各种具体激励方法的有效性和可复制性分析，结合各地区具体情况，提出超低能耗建筑十四五政策建议。

(2) 研究国际超低/近零/零能耗建筑评价标识技术体系，推动《中国建筑节能协会近零能耗建筑测评管理办法》出台，编制《近零能耗建筑测评标准》，完成2019年首批12个项目测评，包括6栋超低能耗建筑、5栋近零能耗建筑、1栋零能耗建筑。

(3) 收集既有64栋示范建筑增量成本信息，结合我国人口发展、城镇化水平提升、近零能耗建筑应用比例稳步增加、既有建筑近零能耗改造等，对未来我国近零能耗建筑产业发展方向进行预判，对产业规模进行预测，根据估算，到2050年近零能耗建筑规模化推广会带来7-15万亿的GPD增量。

(4) 对高碑店列车新城超低能耗建筑规模化推广案例进行研究，通过对项目的区域划分、组织方式、建设周期等进行分析，为未来其他地区区域性推广近零能耗建筑形成技术参考。

关 键 词：规模化推广、政策研究、评价标识、产业预测、最佳案例

项目组成员：徐伟、张时聪、陈曦、吕燕捷、傅伊珺、王珂、杨芯岩、刘常平、沈莹、汪佳丽

Abstract

Since 2011 when the nearly-zero energy building (NZEB) has been initialized, about 10 million square meters of built and under-built projects have been established. The indoor environment quality of NZEB demonstration projects has been greatly improved, together with sharpe decline in building energy consumption. NZEB development has shown the tendency of large-scale promotion from single building. In order to impel this large-scale-popularization of NZEB, this report carries out four main tasks, which are respectively: research on existing NZEB incentive policies, research on market-oriented evaluation system, industrial development forecast and best case study.

(1) 47 NZEB-related incentive policies on from 10 provinces and autonomous regions, 16 cities have been studied and subusumed into 3 categories according to the publishing department property, policy coverage and content of the documents, which are respectively: governmental documents, developing documents of construction field and building science, and special supporting documents for NZEB. Therefore, this report analyzes the characteristics, contents, quantity and regions of all kinds of documents and the development trend of NZEB policies from the aspects of policy system, incentive strength, development objectives, level promotion and coverage. Furthermore, through the analysis of the effectiveness and replicability of various specific incentive methods, combined with the specific situation of each region, policy recommendations of the 14th-five-year plan period have been proposed for different regions.

(2) International technical system for NZEB evaluation and identification has been studied in order to support the promulgation of the evaluation management measures of NZEB by China Building Energy Conservation Association. The NZEB evaluation standard has been organized and published which allowed the accomplishment of the evaluation of the first 12 projects in 2019, including 6 ultra-low energy buildings, 5 nearly- zero energy buildings and 1 zero energy building.

(3) Incremental cost ubformation of 64 existing demonstration buildings

have been collected, combined with China's population development, improvement of urbanization level, steady increase of the NZEB application proportion, and transformation of existing buildings to nearly-zero energy consumption, this report forecasts the developing direction of China's NAEB industry in the future, and the industrial scale. According to the estimation, the scale promotion of NZEB will bring of 7-15 trillion yuan by 2050 GPD increment.

(4) Large-scale promotion case of NZEB in Gaobeidian train new city has been studied so as to analyze regional division, organization mode and construction cycle of the project, providing technical reference for the regional promotion of NZEB in other regions in the future.

Key words: Policy study Management measures for evaluation marks Industry forecast Best case study

致 谢

报告在中国建筑科学研究院专业总工、环能院徐伟院长的指导下完成，政策和省市数据收集工作得到了北京市住房和城乡建设科学研究所用能研究室田昕主任、河北省建筑科学研究院郝翠彩所长、山东省建筑科学研究院绿建院王昭院长、河南五方集团崔国游董事长、中德生态园被动房建筑科技有限公司韩飞总经理的帮助；《近零能耗建筑测评标准》编制得到了中国建筑节能协会武涌会长、李德英秘书长、吴景山秘书长、付宇副秘书长、谢骆乐主任、荣雅静工程师的帮助；政策研究和未来展望得到了中国建筑节能协会建筑节能规划专委会胥小龙主任委员的指导；近零能耗建筑最佳案例收集得到了各项目方的支持；产业研究和最佳案例研究得到了河北奥润顺达创业集团邓滨涛副总裁、魏贺东总工的帮助，在此一并表示衷心的感谢！

目录

摘 要	1
致 谢	3
1. 近零能耗建筑既有政策与推广建议研究.....	1
1.1 近零能耗建筑发展概况.....	1
1.2 近零能耗建筑既有政策研究.....	2
1.2.1 既有政策文件	2
1.2.2 政策文件类型	9
1.3 政策发展趋势.....	15
1.3.1 政策体系初步形成	15
1.3.2 政策范围不断扩大	16
1.3.3 激励力度逐步提升	19
1.3.4 发展目标中长明确	19
1.4. 激励政策研究与推广建议.....	22
1.4.1 激励措施汇总	22
1.4.2 措施分类与有效性	25
1.4.3 政策推广建议	26
1.5. 小结.....	34
2. 近零能耗建筑测评标识体系与标准研究.....	35
2.1 国际近零能耗建筑评价体系.....	35
2.1.1 德国	37
2.1.2 瑞士	39
2.1.3 美国	41
2.2 我国近零能耗建筑评价早期探索.....	44
2.2.1 早期探索	45
2.2.2 《被动式超低能耗绿色建筑技术导则（居住建筑）》	45
2.3 近零能耗建筑测评体系.....	46

2.3.1	《近零能耗建筑技术标准》GB/T 51350-2019.....	46
2.3.2	《近零能耗建筑测评标准》T/CABEE 003—2019.....	48
2.3.3	中国建筑节能协会近零能耗建筑评价管理办法	49
2.4	首批示范项目概况与能效指标.....	51
2.4.1	总体情况	51
2.4.2	项目概况与能效指标	52
2.5	示范项目技术应用	55
2.5.1	高性能围护结构	56
2.5.2	建筑整体气密性	59
2.5.3	被动式技术	61
2.5.4	主动式技术	63
2.5.5	可再生能源利用	64
2.6	技术发展新趋势.....	66
2.6.1	既有建筑改造探索起步	66
2.6.2	近零能耗+装配式渐成热点	68
2.6.3	产能建筑引发关注	70
2.7	小结.....	71
3.	近零能耗产业发展与节能潜力研究.....	73
3.1	示范项目概况与能耗控制指标.....	73
3.1.1	总体情况	73
3.2	技术应用	74
3.2.1	非透光围护结构	75
3.2.2	外窗性能	76
3.2.3	被动式建筑设计	77
3.2.4	主动式技术	77
3.2.5	可再生能源利用	78
3.3	示范工程增量成本研究.....	79
3.3.1	发展趋势	79

3.3.2 增量成本分布	80
3.4 产业容量研究	81
3.4.1 普通建筑能效水平	81
3.4.2 近零能耗建筑增量成本下降趋势	82
3.4.3 建筑面积增长趋势	83
3.4.4 计算方法	83
3.4.5 情景设定	84
3.4.6 结果分析	84
3.5 近零能耗建筑碳排放	85
3.5.1 方法与数据	86
3.5.2 情景设置	87
3.5.3 数据来源	88
3.5.4 结果与分析	90
3.5.4 结果与讨论	92
4. 近零能耗建筑规模化推广案例研究	94
4.1 项目概况	94
4.2 设计目标	95
4.3 被动式节能设计技术	97
4.3.1 更高保温隔热非透明围护结构	97
4.3.2 高保温、高气密性外窗	98
4.4 主动式能源系统	99
4.4.1 高效制冷/制热+新风热回收系统	99
4.4.2 可再生能源利用	99
4.5 规模化推广动力	99
参考文献	102
附录一 激励政策具体内容	103
附录二 中国建筑节能协会近零能耗建筑测评管理办法	119
附录三 证书模板-北京院 C 座科研楼改造项目	124

插图清单

图 1-1 累年政策出台数量.....	8
图 1-2 政策出台地区分布.....	8
图 2-1 建筑终端能源消耗和碳排放的全球份额, 2018 年.....	35
图 2-2 世界各国零能耗发展目标.....	36
图 2-3 PHI 被动房分级标准.....	38
图 2-4 Minergie 的分级标准.....	40
图 2-5 “生命建筑挑战” (Living Building Challenge, LBC) 总框架.....	43
图 2-6 “生命建筑挑战” (Living Building Challenge, LBC) 标识分类.....	43
图 2-7 早期探索阶段的近零能耗建筑发展趋势.....	45
图 2-8 《导则》试行阶段发展趋势.....	46
图 2-9 《近零能耗建筑技术标准》以国家标准形式发布.....	47
图 2-10 《近零能耗建筑技术标准》.....	48
图 2-11 近零能耗建筑评价体系.....	48
图 2-12 《近零能耗建筑测评标准》发布.....	49
图 2-13 近零能耗建筑评价流程.....	50
图 2-14 第一批近零能耗建筑项目评审会.....	51
图 2-15 第一批标识项目授牌.....	51
图 2-16 示范项目分布.....	54
图 2-17 示范项目能效指标图.....	55
图 2-18 近零能耗建筑技术路径.....	55
图 2-19 保温材料使用情况.....	57
图 2-20 复合保温墙体.....	57
图 2-21 外围护结构的保温性能.....	58
图 2-22 被动式外窗.....	58
图 2-23 外窗热工性能.....	59
图 2-24 气密性施工做法.....	60

图 2-25 建筑整体气密性.....	61
图 2-26 被动式技术应用.....	61
图 2-27 台州冠郡豪苑住宅项目供冷能耗.....	62
图 2-28 自然采光.....	62
图 2-29 遮阳技术.....	63
图 2-30 主动式技术应用.....	63
图 2-31 可再生能源利用情况.....	65
图 2-32 示范项目可再生能源应用.....	66
图 2-33 2011-2018 年我国改造节能建筑面积统计.....	67
图 2-34 北京市建筑设计研究院 C 座科研楼改造现场拆除和重建	67
图 2-35 天友·零舍 绿色智慧乡村核心技术集成与示范项目改造方案	68
图 2-36 钢结构装配式体系.....	69
图 2-37 木结构装配式体系.....	70
图 2-38 BIPV	70
图 2-39 产能案例和 ZE 认证建筑对比.....	71
图 3-1 示范项目开建时间.....	73
图 3-2 不同建筑类型示范项目分布 (万 m ²)	74
图 3-3 保温材料使用情况.....	75
图 3-4 示范项目非透明围护结构性能参数.....	76
图 3-5 示范项目外窗传热系数.....	76
图 3-6 示范项目被动式技术措施统计.....	77
图 3-7 示范项目主动式技术措施统计.....	78
图 3-8 可再生能源系统应用.....	78
图 3-9 示范项目增量成本统计.....	80
图 3-10 示范项目增量成本分布.....	80
图 3-11 普通建筑能效发展趋势.....	82
图 3-12 近零能耗建筑增量成本.....	83
图 3-13 市场总容量.....	85

图 3-14 建筑领域能源消费与碳排放发展趋势.....	92
图 4-1 列车新城项目规划图.....	94
图 4-2 列车新城项目住宅类型及幼儿园位置图.....	95

表格清单

表 1-1 各省市地区超低能耗建筑政策一览表.....	3
表 2-1 PHI 被动房认证要求.....	37
表 2-2 Minergie-P 的主要性能要求.....	39
表 2-3 北美典型城市的技术指标.....	41
表 2-4 PHI 被动房和 ILFI 零能耗建筑认证对比.....	44
表 2-5 中国建筑科学研究院-2019 年第一批近零能耗建筑评价项目汇总表.....	52
表 2-6 居住建筑能效指标.....	53
表 2-7 公共建筑能效指标.....	53
表 3-1 示范项目气候区及建筑类型分布统计（面积单位：万m ² ）.....	74
表 3-2 建筑面积发展.....	83
表 3-3 不同模式下近零能耗建筑占比.....	84
表 3-4 情景设置.....	88
表 3-5 关键参数设定.....	89
表 4-1 住宅楼室内环境参数.....	95
表 4-2 住宅能耗指标.....	96
表 4-3 建筑关键部品性能参数.....	96

1. 近零能耗建筑既有政策与推广建议研究

1.1 近零能耗建筑发展概况

截止到 2019 年年底，我国城乡建筑总量已达到 620 亿 m^2 ，建筑能耗约占社会总能耗的 22%，并且将随着人们生活水平和对室内环境要求的提高持续攀升，因此建筑节能成为应对全球能源危机和实现绿色低碳与可持续发展的重要手段。不断降低建筑能耗、提升建筑能效和利用可再生能源、推动建筑迈向超低能耗、近零能耗和零能耗始终是建筑节能领域的中长期发展目标，受到各界广泛关注和深入研究。我国在 2011 年与德国能源署开展“中国超低能耗建筑示范项目”合作，首次借鉴德国 Passive House 被动房技术体系，成功建设了河北秦皇岛“在水一方”等符合我国国情的超低能耗建筑示范项目；2013 年与美国合作开展了近零能耗、零能耗建筑节能技术的研究，建成中国建筑科学研究院近零能耗建筑示范工程；2017 年，住建部建筑节能与绿色建筑“十三五”规划中首次明确提出大力发展超低能耗建筑；2019 年，首部引导性建筑节能国家标准《近零能耗建筑技术标准》GB/T51350-2019 颁布，提出超低能耗、近零能耗和零能耗建筑的定义并规定室内环境参数与能效指标，为我国 2025、2035 和 2050 中长期建筑能效提升目标奠定理论基础。

截止 2020 年 6 月，我国在建及建成超低能耗建筑项目超过 900 万 m^2 ，其中大部分项目分布在北京市、河北省、河南省和山东省，这四个省市累计在建及建成超低能耗建筑示范项目 164 个，总面积 573.32 万 m^2 。其中，北京超低能耗建筑示范项目共计 32 个，示范总面积 66 万 m^2 ；河北省建设超低能耗建筑 67 个，建筑面积 316.62 万 m^2 ，其中竣工 22 个项目共计 55.52 万 m^2 ，在建 45 个项目共计 261.1 万 m^2 ；河南省郑州市目前超低能耗建筑示范项目 12 个，总面积约为 78.4 万 m^2 ；山东省省级示范工程 7 批 59 个，总建筑面积达 112.3 万 m^2 。

1.2 近零能耗建筑既有政策研究

1.2.1 既有政策文件

激励政策对超低能耗建筑发展起到关键性推动作用，十三五时期我国各地超低能耗建筑相关政策的出台络绎不绝，尤其是 2020 年 1 月，为推进住房城乡建设领域高质量绿色发展，加快促进建筑行业转型升级，河北省、黑龙江省、河南省、重庆市、保定市及青岛市相关省市又竞相出台支持超低能耗建筑发展的专项规划、实施方案及指导意见等纲要性文件，进一步明确了超低能耗建筑发展目标、任务与路径；对超低能耗建筑项目给予资金补贴、外墙保温不计入容积率核算等多种政策激励；提出了通过优化产业布局、支持科技创新、完善标准体系等手段加强超低能耗建筑产业培育，为我国超低能耗建筑规模化发展和创新发展奠定了良好的开局。

截止到 2020 年 6 月，我国共有 10 个省及自治区和 17 个城市出台了共计 47 项政策，对超低能耗建筑项目给出明确发展目标或激励措施。各省市出台的针对超低能耗建筑项目的激励政策文件和制定部门情况如表 1-1 所示。

2015 年，江苏省海门市人民政府出台《市政府关于加快推进建筑产业现代化的实施意见》，首次明确规定超低能耗建筑项目 2017 年完成比例 5%、2020 年完成比例 10% 的工作目标后，2016 年，北京市出台“推动超低能耗建筑发展行动计划”（2016-2018），提出三年内建设 30 万 m² 示范建筑目标；青岛市发布十三五建筑节能与绿色建筑发展规划，明确 2020 年超低能耗建筑 100 万 m² 发展目标。

2017 年，北京市、河北省石家庄市、宁夏回族自治区和新疆乌鲁木齐市紧随其后，出台 7 项政策，明确各地区超低能耗建筑发展目标、资金使用和示范项目奖励与管理办法。

2018 年，河北省（石家庄、衡水、保定、承德）、河南省（郑州、焦作）、湖北省（宜昌市）和天津市分别出台了关于超低能耗建筑项目共 12 项政策，该年出台的政策和地区数量显著增多。

2019 年，河北省、河南省、青岛市进一步出台 6 项政策，完善各部门对超

低能耗项目各环节的支持政策，进一步加快产业发展；山东省发布省人民政府令第 323 号《山东省绿色建筑促进办法》，规定县级以上人民政府应当安排绿色建筑与装配式建筑资金，用于超低能耗建筑。

2020年，北京市、河北省（保定市、石家庄市、张家口市）、河南省、青岛市、黑龙江省、重庆市、山西省和上海市又新出台 12 项政策。2020 年 1 月，河北省工业和信息化厅、河北省住房和城乡建设厅、河北省科学技术厅三部门联合制定并发布了《河北省被动式超低能耗建筑产业发展专项规划（2020—2025 年）》，分三个阶段对超低能耗建筑未来发展制定短期、中期和长期目标，提出到 2025 年底，超低能耗建筑建设项目面积达到 900 万平方米以上，全产业链产值力争达到 1 万亿元，全产业链、全生命周期的质量追溯体系基本建成。2020 年 4 月，青岛市住房和城乡建设局发布了《青岛市绿色建筑与超低能耗建筑发展专项规划（2021-2025）》，明确指出近期（2021-2025）将累计实施超低能耗建筑 380 万平方米，开展近零能耗建筑试点示范 20 万平方米；远期（2026-2035）将累计实施近零能耗建筑 50 万平方米，超低能耗建筑 950 万平方米。加快推进近零能耗建筑与超低能耗建筑相关产业发展。

表 1-1 各省市地区超低能耗建筑政策一览表

序号	出台日期	地区		政策名称	制定部门	文件号/引用地址
1	2016 年 10 月	北京	北京	《推动超低能耗建筑发展行动计划》	住房和城乡建设委员会等 4 个部门	http://www.bjgczl.com.cn/staticpage/periolcontent_2259.html
2	2017 年 6 月			《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》	北京市住房和城乡建设委员会、市财政厅等 3 个部门	https://mp.weixin.qq.com/s/N7CKV5w3QxkqUW9_brNsiQ
3	2016 年 7 月	河北省	河北省	《河北省科技创新“十三五”规划》	河北省政府	http://www.gba.org.cn/h-nd-405.html#_np=101_338
4	2018 年 3 月			《2018 年全省建筑节能与科技工作要点》	河北省住建厅	https://www.sohu.com/a/228445641_480329
5	2017 年 12 月			《关于省级建筑节能专项资金使用有关问题的通知》	住房和城乡建设厅、河北省财政厅	http://www.gczej001.com/policy/20839.html

6	2019年1月			《河北省推进绿色建筑发展工作方案》	河北省住房和城乡建设厅	http://www.shjx.org.cn/article-14041.aspx
7	2019年12月			《河北省大气污染防治（建筑节能补助）专项资金管理办法》	河北省财政厅	https://www.sohu.com/a/398386307_651697
8	2020年2月			《河北省被动式超低能耗建筑产业发展专项规划（2020—2025年）》	河北省住房和城乡建设厅等3部门	gxt.hebei.gov.cn/hbgyhxxht/xwzx32/tzgg83/666724/index.html
9	2020年3月			《2020年全省建筑节能与科技和装配式建筑工作要点》	各市住房和城乡建设局	js.precast.com.cn/Zxlist/news/id/1610
10	2017年4月	石家庄市		《石家庄市建筑节能专项资金管理办法》	石家庄市住房和城乡建设局	http://www.sjz.gov.cn/col/1499334196301/2017/07/13/1499926966193.html
11	2018年2月			《关于加快被动式超低能耗建筑发展的实施意见》	石家庄市人民政府	http://www.sjz.gov.cn/col/1520233915276/2018/03/07/1520410483452.html
12	2018年5月			《关于落实被动式超低能耗建筑优惠政策工作的通知》	石家庄市住房和城乡建设局等7个部门	http://www.gczej001.com/policy/20962.html
13	2019年4月			《2019年全市建筑节能、绿色建筑与装配式建筑工作方案》	石家庄市住房和城乡建设局	https://www.sohu.com/a/311899439_722349
14	2020年3月			《2020年全市建筑节能、绿色建筑与装配式建筑工作方案》	石家庄市住房和城乡建设局	http://zjj.sjz.gov.cn/mobile/plus/view.php?aid=6494
15	2018年6月			《保定市人民政府关于推进被动式超低能耗绿色建筑发展的实施意见（试行）》	保定市人民政府	http://www.bd.gov.cn/content-888888015-145457.html
16	2020年3月			《加快推进绿色建筑发展实施方案》	保定市住房和城乡建设局等8部门	http://www.chinahvac.com.cn/Article/Index/6892
17	2020年6月		《保定市绿色建筑专项规划》（2020-2025）	保定市住房和城乡建设局	http://www.cngjg.com/html/shidian/hongguanjingji/2020/0623/147056.html	
18	2018年4月	衡水市		《关于加快推进被动式超低能耗建筑发展的实施意见（试行）》	衡水市住房和城乡建设局	http://www.baoruiwen.com/news/217.html

19	2018年8月		承德市	《关于加快推进建筑产业现代化的实施意见》	承德市人民政府	http://www.baoruiwen.com/news/496.html
20	2019年8月		沧州市	《关于加快推进超低能耗建筑发展的实施意见》	沧州市人民政府	http://zwgk.cangzhou.gov.cn/article5_new.jsp?infoId=765082
21	2020年4月		张家口市	《装配式建筑和被动式超低能耗项目建筑面积及财政奖励实施细则》	张家口市住房和城乡建设局	https://www.soujianzhu.cn/Dftl/DftlXq.aspx?id=439
22	2020年6月		邯郸市	《关于推进超低能耗建筑发展的实施意见》（征求意见稿）	邯郸市住房和城乡建设局	http://jsj.hd.gov.cn/Web/newsInfo.aspx?refnum=29198
23	2018年12月	河南省	河南省	《河南省节能和资源循环利用专项资金及项目建设管理办法》	河南省财政厅	http://sfgw.xuchang.gov.cn/uploadfile/ed8ba209-3f45-43ca-8459-2aca0a1e8b26/20190401105243869.pdf
24	2019年1月			《关于印发河南省财政支持生态环境保若干政策的通知》	河南省人民政府办公厅	https://www.henan.gov.cn/2019/02-02/733571.html
25	2019年5月			《关于超低能耗建筑和装配式建筑项目拟列入2019年省节能和资源循环利用专项资金计划项目公示》	河南省住房和城乡建设厅	http://www.zhuall.com/news/hyxw/2019-05-23/3304.html
26	2020年2月			《关于支持建筑业转型发展的十条意见》	河南省支持建筑业发展厅际联席会议办公室	http://hn.cnr.cn/hngbfc/20200303/t20200303_525000458.shtml
27	2018年4月		郑州市	《关于印发郑州市清洁取暖试点城市示范项目资金奖补政策的通知》	郑州市人民政府	https://zc.yuanlian365.com/detail-106453.html
28	2018年8月			《关于发展超低能耗建筑的实施意见》	郑州市人民政府	http://www.huameikebo.com/news2_show.asp?id=20
29	2018年12月	焦作市	《焦作市冬季清洁取暖财政专项资金管理暂行办法》	焦作市财政局	https://www.sohu.com/a/283186486_99931482	
30	2016年3月	山东省	山东省	《山东省省级建筑节能与绿色建筑发展专项资金管理办法》	山东省财政厅、住建厅	http://www.gba.org.cn/h-nd-166.html#_np=101_338

31	2016年12月			《青岛市“十三五”建筑节能与绿色建筑发展规划》	青岛市城乡建设委员会	http://www.igreen.org/index.php?m=content&c=index&a=show&catid=15&id=7432
32	2018年11月			《青岛市推进超低能耗建筑发展的实施意见》	青岛市城乡建设委员会6部门	http://www.passivehouse.org.cn/zixun/xwzx/1107.html
33	2019年1月		青岛市	《关于组织申报2019年度青岛市绿色建筑及装配式建筑奖励资金的通知》	青岛市城乡建设委员会、青岛市财政局	http://www.qingdao.gov.cn/n172/n24624151/n24626395/n24626409/n24626423/190114160018187172.html
34	2020年4月			《绿色建筑与超低能耗建筑发展专项规划(2021-2025)》	青岛市住房和城乡建设局	http://www.qdhitech.gov.cn/n28356009/n32560653/n32560711/n32560720/200430142830002623.html
35	2018年11月	天津	天津市	《关于加快推进被动式超低能耗建筑发展的实施意见》	天津市建委市财政局等4部门	http://www.passivehouse.org.cn/zixun/xwzx/1112.html
36	2020年7月			《天津经济技术开发区促进绿色发展暂行办法》	天津经开区管委会	http://www.tjbh.com/c/2020-06-17/701303.shtml
37	2018年12月	湖北省	宜昌市	《关于推进被动式超低能耗建筑发展的意见(试行)》	宜昌市人民政府	http://www.gba.org.cn/h-nd-1082.html
38	2017年1月	江苏省	江苏省	《江苏省“十三五”建筑节能与绿色建筑发展规划》	江苏省住房和城乡建设厅	http://www.nantong.gov.cn/jcms/jcms_files/jcms1/web46/site/attach/0/1702171443271904927.pdf
39	2019年11月			《关于组织申报2020年度江苏省节能减排(建筑节能)专项资金奖补项目的通知》	江苏省住房和城乡建设厅	http://jsszfhcxjst.jiangsu.gov.cn/module/download/download.jsp?classid=0&filename=6c6d61aff06f4625a31a9371e1eba66d.pdf
40	2015年		海门市	《市政府关于加快推进建筑产业现代化的实施意见》	海门市人民政府	http://www.haimen.gov.cn/hmsrmzf/szfbgswj/content/71F310F9-D6FF-9DC8-E053-FD7F52026FB4.html
41	2017年5月	宁夏回族自治区	宁夏回族自治区	《宁夏回族自治区绿色建筑示范项目资金管理暂行办法》	自治区住房和城乡建设厅自治区财政厅	http://mip.oh100.com/paixun/jianzhushigong/298534.html

42	2017年5月	新疆维吾尔自治区	乌鲁木齐市	《全面推进绿色建筑发展实施方案》	乌鲁木齐市人民政府	http://www.urumqi.gov.cn/gk/zfwj/2017/317338.htm
43	2020年5月	广东省	广州市	《广东省“十三五”建筑节能与绿色建筑发展规划》	广东省住房和城乡建设厅	http://www.gba.org.cn/h-nd-1348.html#_np=2_314
44	2019年9月	湖南省	湖南省	《湖南省绿色建筑发展条例》	湖南省住建厅	https://jz.docin.com/p-2239430415.html
45	2019年7月	山西省	山西省	《山西转型综改示范区绿色建筑扶持办法（试行）》	山西转型综合改革示范区管理委员会	https://zgq.shanxi.gov.cn/?pcyear=44-93&id=7199
46	2020年4月			《绿色建筑专项行动方案》	山西省住建厅	http://www.gba.org.cn/h-nd-1325.html#_np=101_338
47	2020年3月	上海市	上海市	《上海市建筑节能和绿色建筑示范项目专项扶持办法》	上海市住建委会同上海市发改委和上海市财政局	https://tech.sina.com.cn/roll/2020-03-19/doc-iimxxsth0288372.shtml?cre=tianyi&mod=pcpager_focus&loc=13&r=9&rfunc=100&tj=none&tr=9

(1) 出台时间

从发布年份来看，年超低能耗建筑项目的政策文件数量呈现逐年显著上升趋势：自2015年起开始出台第1项政策后，发布数量逐渐攀升；2017-2019三年政策出台数量激增，与前一年相比三年分别增加7项、13项和9项，累计共发布了33项；2020上半年又增加出台14项，截止到目前共累计出台47项政策，政策内2020年全国范围内超低能耗总建筑面积目标已经超过1100万m²。累年具体出台政策数量如图1-1所示：

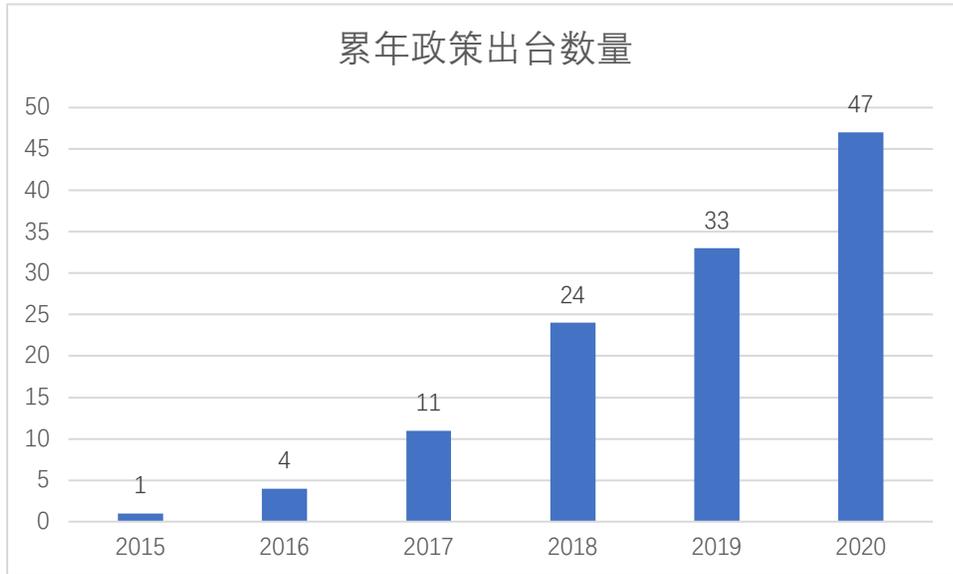


图 1-1 累年政策出台数量

(2) 地区分布

从分布地区来看，河北、河南、山东省和北京市政策数量最多，分别为 16 项、8 项、5 项和 4 项，占政策总数的 62%，其他各省市政策数量较少，政策主要分布在寒冷地区。各省市及自治区历年政策发布数量如图 1-2 所示。

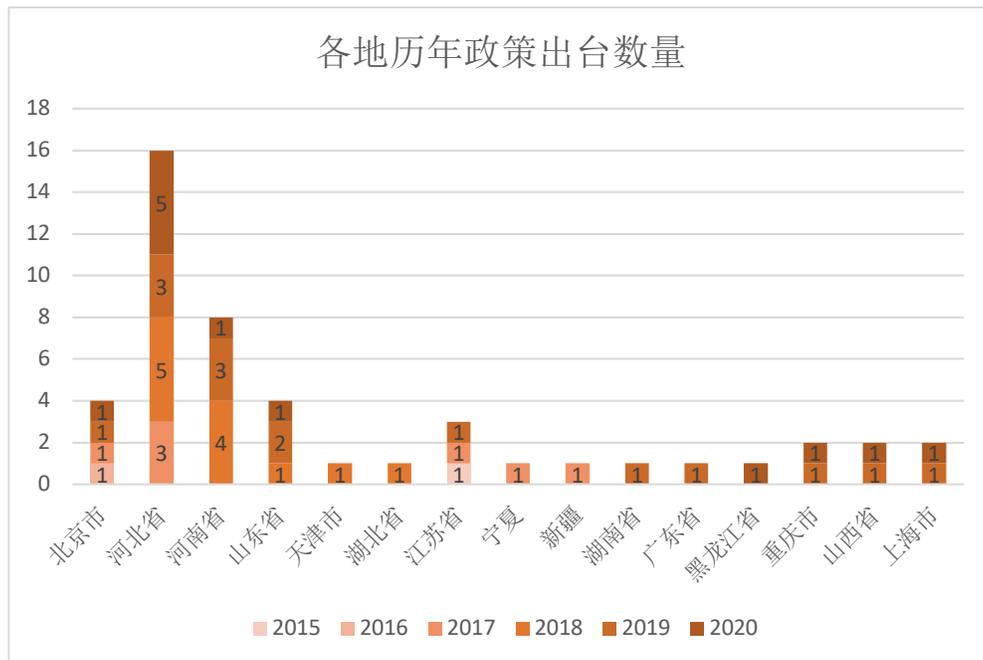


图 1-2 政策出台地区分布

1.2.2 政策文件类型

上述 47 项政策文件，可按照发布部门性质、政策覆盖范围和文件具体内容主要划分为以下三类。

(1) 人民政府文件

主要由各省市政府、财政部出台的环境保护类政策，涵盖范围较广，主要包括：清洁供暖、生态环保、污染防治、节能减排等大方向，该类文件大多都仅是提及了超低能耗建筑的发展目标和资金奖补，少数文件会明确给与其他支持政策例如容积率奖励、绿色金融或用地保障等。

5 个省及自治区、1 个市共出台该类型政策 8 项，占政策总数比重较小，具体情况如下表 1-2 所示：

表 1-2 人民政府文件汇总表

地区		时间	政策文件	奖励措施
河北省	河北省	2016 年 7 月	《河北省科技创新“十三五”规划》	资金奖补
		2019 年 1 月	《河北省推进绿色建筑发展工作方案》	规划目标
		2019 年 12 月	《河北省大气污染防治（建筑节能补助）专项资金管理办法》	资金奖补
河南省	河南省	2019 年 1 月	《关于印发河南省财政支持生态环境保若干政策的通知》	资金奖补
		2020 年 2 月	《关于支持建筑业转型发展的十条意见》	容积率奖励、绿色金融
江苏省	江苏省	2017 年 1 月	《江苏省“十三五”建筑节能与绿色建筑发展规划》	规划目标、科技支持

新疆维吾尔自治区	乌鲁木齐市	2017年5月	《全面推进绿色建筑发展实施方案》	规划目标、配套产业优先、科技支持
广东省	广东省	2020年5月	《广东省“十三五”建筑节能与绿色建筑发展规划》	规划目标

(2) 建筑行业与建筑科技发展文件

主要由各省市及地区住建部门、工信部门等部门发布的有关建筑节能大方向的政策文件，主要包括：科技规划、循环利用、绿色建筑、建筑现代化、高质量发展、建筑节能资金使用等方面的政策，该类政策内容同样包含超低能耗建筑规划目标和资金奖励为主，仅承德市在《关于加快推进建筑产业现代化的实施意见》中除了上述两个政策外，还明确提出了容积率奖励、提前预售和商品房价格上浮措施。

7个省及自治区、9个市共出台该类政策文件共20项，占政策总数量的41.6%，具体情况如下表1-3所示：

表 1-3 建筑行业与建筑科技发展文件汇总表

地区	时间	政策文件	奖励措施	
河北省	河北省	2017年12月	《关于省级建筑节能专项资金使用有关问题的通知》	资金奖补
	石家庄市	2017年4月	《石家庄市建筑节能专项资金管理办法》	资金奖补
	保定市	2020年3月	《加快推进绿色建筑发展实施方案》	规划目标
		2020年6月	《保定市绿色建筑专项规划》（2020-2025）	规划目标

	承德市	2018年8月	《关于加快推进建筑产业现代化的实施意见》	资金奖补、规划目标、容积率奖励、提前预售、商品房价格上浮
河南省	河南省	2018年12月	《河南省节能和资源循环利用专项资金及项目建设管理办法》	规划目标、资金奖补
		2019年5月	《关于超低能耗建筑和装配式建筑项目拟列入2019年省节能和资源循环利用专项资金计划项目公示》	资金奖补
	郑州市	2018年4月	《关于印发郑州市清洁取暖试点城市示范项目资金奖补政策的通知》	资金奖补
	焦作市	2018年12月	《焦作市冬季清洁取暖财政专项资金管理暂行办法》	资金奖补
山东省	山东省	2016年3月	《山东省省级建筑节能与绿色建筑发展专项资金管理办法》	规划目标、资金奖补
	青岛市	2016年12月	《青岛市“十三五”建筑节能与绿色建筑发展规划》	规划目标
		2019年1月	《关于组织申报2019年度青岛市绿色建筑及装配式建筑奖励资金的通知》	资金奖补
天津市	天津市	2020年7月	《天津经济技术开发区促进绿色发展暂行办法》	资金奖补

江苏省	江苏省	2019年11月	《关于组织申报2020年度江苏省节能减排(建筑节能)专项资金奖补项目的通知》	规划目标
	海门市	2015年	《市政府关于加快推进建筑产业现代化的实施意见》	规划目标
宁夏自治区	宁夏自治区	2017年5月	《宁夏回族自治区绿色建筑示范项目资金管理暂行办法》	规划目标、资金奖补
湖南省	湖南省	2019年9月	《湖南省绿色建筑发展条例》	容积率奖励
山西省	山西省	2019年7月	《山西转型综改示范区绿色建筑扶持办法(试行)》	资金奖补、容积率奖励
		2020年4月	《绿色建筑专项行动方案》	规划目标
上海市	上海市	2020年3月	"《上海市建筑节能和绿色建筑示范项目专项扶持办法》"	资金奖补

(3) 超低能耗建筑专项文件

由各省市及地区政府、住建部门、财政部门等部门出台的针对于超低能耗建筑的专项文件，包括：专项奖励、实施意见、产业规划等，是超低能耗建筑发展的核心政策文件，除了规划目标和资金奖补措施外，专项文件大多都给出多种政策激励措施。4个省、11个市共出台该类政策15项，占政策总数量的31.2%，具体情况如下表1-4所示：

表 1-4 超低能耗建筑专项文件汇总表

地区		时间	政策文件	奖励措施
北京市	北京市	2016年10月	《推动超低能耗建筑发展行动计划》	规划目标、资金奖补

		2017年6月	《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》	资金奖补
河北省	河北省	2020年2月	《河北省被动式超低能耗建筑产业发展专项规划（2020—2025年）》	规划目标、用地保障、税收优惠
	石家庄市	2018年2月	《关于加快被动式超低能耗建筑发展的实施意见》	规划目标、资金奖补、容积率奖励、配套产业优先、提前预售、科技支持、用地保障、流程优化、商品房价格上浮、配套费用减免
		2018年5月	《关于落实被动式超低能耗建筑优惠政策工作的通知》	规划目标、容积率奖励用地保障、配套费用减免
	保定市	2018年6月	《保定市人民政府关于推进被动式超低能耗绿色建筑发展的实施意见（试行）》	规划目标、资金奖补、容积率奖励、提前预售、科技支持、用地保障、流程优化、商品房价格上浮、配套费用减免
	衡水市	2018年4月	《关于加快推进被动式超低能耗建筑发展的实施意见（试行）》	规划目标、配套产业优先
	沧州市	2019年8月	《关于加快推进超低能耗建筑发展的实施意见》	规划目标、容积率奖励、提前预售、科技支持、流程优化、商品房价格上浮、公积金奖励
	张家口市	2020年4月	《关于加快推进绿色建筑、装配式建筑和被动式超低能耗建筑工作的通知》	资金奖补、容积率奖励、提前预售
	邯郸市	2020年6月	《关于推进超低能耗建筑发展的实施意见》（征求意见稿）	规划目标、容积率奖励、绿色金融、公积金奖励

河南省	郑州市	2018年8月	《关于发展超低能耗建筑的实施意见》	规划目标、资金奖补、容积率奖励、绿色金融、用地保障
山东省	青岛市	2018年11月	《青岛市推进超低能耗建筑发展的实施意见》	资金奖补、容积率奖励、配套产业优先、提前预售、用地保障、公积金奖励、评奖优先
		2020年4月	《绿色建筑与超低能耗建筑发展专项规划（2021-2025）》	规划目标、配套产业优先、绿色金融、税收优惠
天津市	天津市	2018年11月	《关于加快推进被动式超低能耗建筑发展的实施意见》	规划目标、资金奖补、容积率奖励、配套产业优先
湖北省	宜昌市	2018年12月	《关于推进被动式超低能耗建筑发展的意见（试行）》	规划目标、资金奖补、容积率奖励、配套产业优先、绿色金融、科技支持、用地保障、流程优化、公积金奖励、评价优先

各省市及自治区出台的各类政策数量分布规律如下图 1-3 所示：

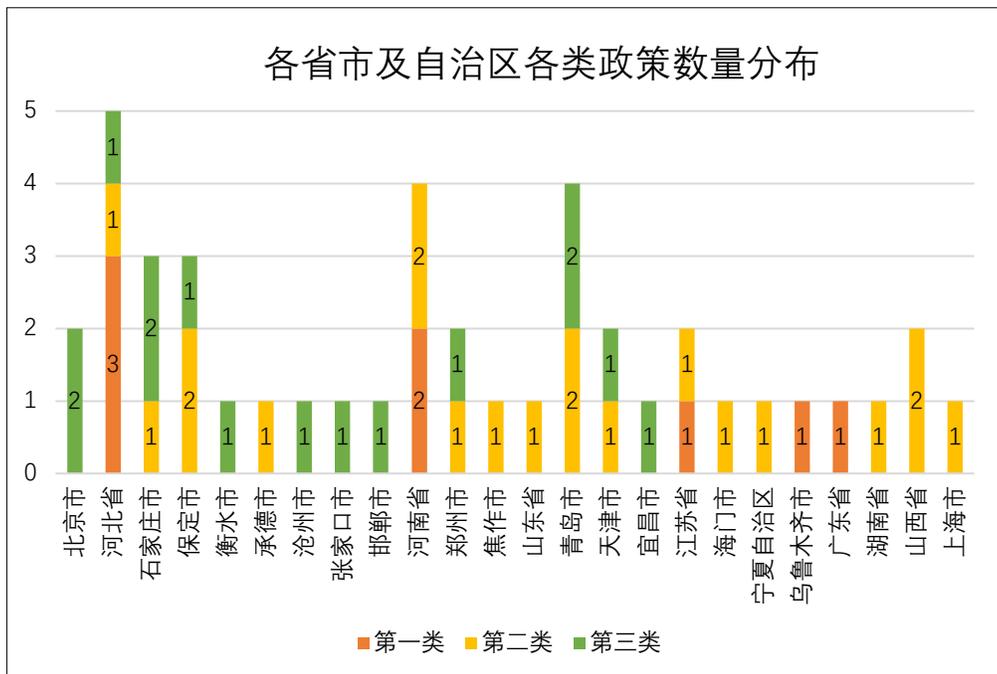


图 1-3 各省市及自治区政策数量分布图

由上图可以看出，河北省政策出台覆盖范围较广，省级层面三类政策均有出台，石家庄市除第一类政策外其余政策也均有出台，保定市出台了专项和科技发展规划两类政策，其余各市均出台一类专项政策或科技发展规划政策；河南省、郑州市、天津市、青岛市和江苏省也出台了二类政策；其余地区均只出台了一类政策。

1.3 政策发展趋势

1.3.1 政策体系初步形成

从上述 47 项超低能耗建筑相关政策文件可以看出，不同类型政策之间存在相互依存、递进和呼应关系，多种政策联合出台便形成了超低能耗建筑的支持政策体系。通常是以第一类省市级政府文件开始，在清洁供暖、节能减排或生态环保等大政策文件中提及超低能耗建筑的推动和发展建设意见；再通过住建部门出台的第二类科技发展规划文件，通常是在绿色建筑、建筑产业现代化和建筑节能等科技发展规划中，对超低能耗建筑提出若干发展目标和鼓励措施；随后根据各省市及地区前两类政策内容要求和执行情况，由政府出台第三类超低能耗建筑专项文件政策，针对各地区对超低能耗建筑试点示范、规模推广、产业规划和实施意见给出明确要求和激励措施，是超低能耗政策体系中最核心的激励文件；最后由各省市及地区政府根据该年度或某段时期对上述政策要求的执行情况、超低能耗建筑发展现状和政策响应情况制定政府年度工作文件，结合各地实际情况对日后政策支持力度和工作目标进行修改和完善。

以河北省为例：2016 年 7 月，河北省政府首先出台《河北省科技创新“十三五”规划》，指出要推动超低能耗建筑试点示范，并对示范项目给与一定资金奖励；

2017 年 12 月，河北省住房和城乡建设厅、河北省财政厅出台《关于省级建筑节能专项资金使用有关问题的通知》、2019 年 1 月河北省住房和城乡建设厅发布《河北省推进绿色建筑发展工作方案》、2020 年 2 月河北省财政厅又颁布《河北省大气污染防治（建筑节能补助）专项资金管理办法》，均对超低能耗建筑提出明确发展目标和奖励资金；

随后河北省出台《河北省被动式超低能耗建筑产业发展专项规划（2020—2025年）》、省内各城市根据自身发展情况纷纷出台超低能耗建筑专项政策鼓励超低能耗建筑试点示范、规模化推广和产业发展，例如：石家庄市出台《关于加快被动式超低能耗建筑发展的实施意见》、《关于落实被动式超低能耗建筑优惠政策工作的通知》，保定市出台《保定市人民政府关于推进被动式超低能耗绿色建筑发展的实施意见（试行）》，衡水市出台《关于加快推进被动式超低能耗建筑发展的实施意见（试行）》、沧州市出台《关于加快推进超低能耗建筑发展的实施意见》，张家口市出台《关于加快推进绿色建筑、装配式建筑和被动式超低能耗建筑工作的通知》，以及邯郸市出台《关于推进超低能耗建筑发展的实施意见》（征求意见稿）；

2020年3月，河北省各市住房和城乡建设局公布《2020年全省建筑节能与科技和装配式建筑工作要点》，对目前累计超低能耗建筑规划目标面积进行了明确规定。

综上所述可以看出，超低能耗建筑各类政策由点到面，逐步提升，不断完善细化，超低能耗政策体系已初步形成。

1.3.2 政策范围不断扩大

目前，随着各地超低能耗建筑试点示范不断落成，行业呈现迅速发展态势，超低能耗建筑规模化推广得到了各级政府的大力支持，相关激励政策逐渐从超低能耗建筑技术导则、示范试点项目、规模化推广和房地产方面，扩大至产业发展、节能环保、人才培养和宣传引导等领域，政策级别逐步提高，覆盖面逐步扩大。各激励政策级别和针对领域如下图 1-4 所示：



图 1-4 政策分级与针对领域

图 1-4 展示了各级政策及对应领域，下面分别对其功能、作用和对超低能耗建筑发展的意义进行介绍：

第一级：房地产政策；政策类型中较大部分都是与房地产领域相关的，首先政府提出明确的规划目标，例如 2020 年全国建设超低能耗、近零能耗建筑示范项目 1000 万平方米以上，各地政府也会根据当地超低能耗建筑发展现状和自身意愿制定相应超低能耗建筑规模或占比目标；同时对示范项目或规划项目给与一定优惠政策，包括：每平方米资金奖补、容积率奖励、用地保障、商品房预售等，以此激发房地产开发商的热情，为日后超低能耗建筑的规模化发展打下基础。示范项目落成后，进而对示范项目中应用的被动式、主动式和新型暖通空调设备系统等节能技术作为科研项目展开研究，进一步为超低能耗建筑的落成、使用和运行维护提供技术保障。

第二级：用户侧政策；主要通过对消费者和用户给与一定的优惠补贴，例如购房公积金奖励、税收优惠、绿色金融和基金即征即退等措施，吸引消费者购买的同时使其在购房过程中更加顺利、更流程化，同时能得到较为客观的经济优惠。

第三级：产业政策；住建部《建筑节能与绿色建筑“十三五”专项规划》提出实施“建筑全产业链绿色供给行动”，积极推动建筑节能与绿色建筑方面的新技术、新产品、新材料和新工艺应用，并正在组织编制《建筑节能、绿色建筑

及可能再生能源建筑应用领域推广应用和限制、禁止使用技术公告》，已将涉及超低能耗建筑相关技术内容纳入其中。同时与工信部联合印发了《促进绿色建材生产和应用行动方案》，国家发改委印发了《产业结构调整指导目录（2011年本）（修正）》《国家重点节能低碳技术推广目录（2017年本，节能部分）》等文件，科技部研发建立了近零能耗建筑技术体系并开展了集成示范，研究范围涵盖基础技术研发、高性能材料部品和示范项目建设等内容，进一步加强了超低能耗建筑相关技术、材料和关键部品的发展应用。为超低能耗建筑的产业化提供政策保障，促进相关产品、部品、系统和设备的生产制造，建立完善市场化机制，为超低能耗建筑从示范走向市场的产业发展奠定坚实基础。

第四级：节能环保政策；中央财政通过大气污染防治资金鼓励北方冬季清洁取暖试点地区做好清洁取暖改造和建筑能效提升工作，通过节能减排补助资金、可再生能源发展专项资金等多种渠道对节能减排技术应用等予以支持。同时，中央财政还通过企业所得税优惠政策鼓励企业从事节能减排技术改造，企业开展符合《环境保护、节能节水项目企业所得税优惠目录》规定的既有建筑节能改造等项目的所得可依法享受所得税“三免三减半”优惠。

第五级：人才培养政策；教育部门在高等教育学校和职业教育学校中开设超低能耗建筑专业，并成立了高等学校建筑类专业教学指导委员会，对超低能耗建筑类相关人才培养工作进行研究、咨询、指导、评估和服务；为超低能耗建筑长远发展提供人才来源和技术保障；

第六级：宣传引导政策；通过开展标准宣贯培训、调研交流，以及与国家发改委联合开展全国节能宣传周和全国低碳日活动等方式，积极对建筑节能、绿色建筑等相关理念和技术等进行宣传推广，营造了有利于超低能耗建筑发展的社会氛围。社会各界对超低能耗建筑的理解和认知逐渐清晰并完善，建筑节能意识更加深入人心，形成良好的社会环境。

1.3.3 激励力度逐步提升

以河北省和郑州市为例可以看出，超低能耗建筑的资金奖励力度在逐渐提升：河北省在 2016 年 7 月，《河北省科技创新“十三五”规划》中规定，超低能耗示范项目奖励资金为 10 元每平方米、不超过 80 万每个；既有改造超低能耗建筑项目 600 元每平方米、不超过 100 万每个；2017 年 12 月，《关于省级建筑节能专项资金使用有关问题的通知》中将超低能耗建筑的资金奖励提高到 100 元每平米、不超过 300 万每个；到 2020 年 2 月，《河北省大气污染防治（建筑节能补助）专项资金管理办法》中又将其提升至 400 元每平方米、不超过 1200 万每个。每平方米资金奖补增加约 40 倍、单个项目最多奖励资金增加约 15 倍。

河南省在 2018 年 12 月《河南省节能和资源循环利用专项资金及项目建设和管理办法》规定超低能耗建筑项目的资金奖励为 100 元每平方米、不超过 500 万每个；到 2018 年 8 月，郑州市《关于发展超低能耗建筑的实施意见》中规定超低能耗建筑奖励资金为 300-500 元每平方米、不超过 1000-1500 万每个；随后焦作市在 2018 年 12 月发布《焦作市冬季清洁取暖财政专项资金管理暂行办法》，规定超低能耗建筑奖励资金为 1000 元每平方米、不超过 2000 万每个；每平方米资金奖补增加约 10 倍、单个项目最多奖励资金增加约 4 倍。

1.3.4 发展目标中长明确

各省市及自治区在部分超低能耗建筑相关政策文件中明确规定了十三五时期（2016-2020）、十四五时期（2021-2025）和之后到 2035 年的短、中、长期超低能耗建筑项目规划面积，如下图 1-5 所示：

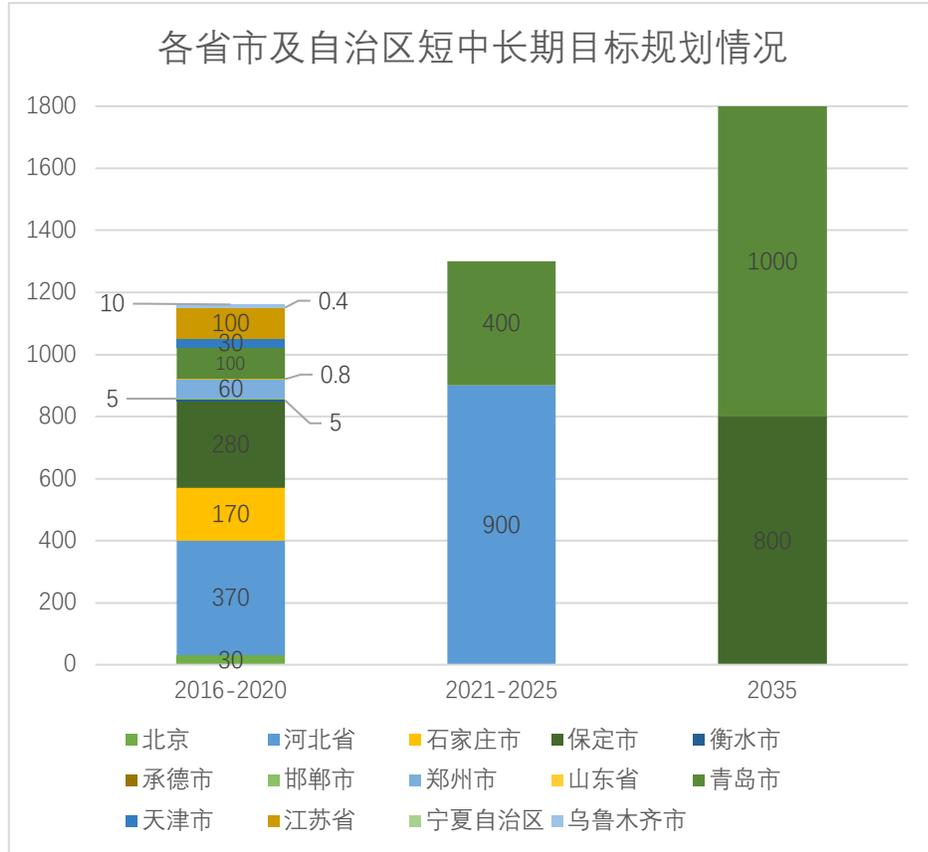


图 1-5 各省市及自治区短中长期超低能耗建筑面积规划目标 (万平方米)

由上图可以看出，4个省及自治区、10个城市提出了十三五期间（2016-2020）超低能耗建筑规划目标共计 1161.2 万平方米，已经超过《建筑节能与绿色建筑发展十三五规划》中提出 1000 万平方米的建设目标，主要以保定市（280 万）、石家庄市（170 万）、青岛市（100 万）、和江苏省（100 万）贡献较大；河北省和青岛市提出了十四五时期（2021-2025 年）超低能耗建筑的规划面积目标共 1300 万平方米，可以看出河北省的新规划面积目标比前五年有极大提升，约是十三五时期的 3 倍、青岛市新规划目标面积达到十三五时期规划目标的 4 倍；目前已有保定市和青岛市给出了 2035 年超低能耗建筑面积规划长期发展目标共 1800 万平方米，远超各省市及地区短、中期规划面积，表明超低能耗建筑在全国范围内的规模化推广态势已经逐步出现并迅速发展。

表 1-5 各地区超低能耗建筑占总建筑面积比例规划目标情况

		2017	2020	2023	2025

石家庄市	《关于加快被动式超低能耗建筑发展的实施意见》		10%		
	《关于落实被动式超低能耗建筑优惠政策工作的通知》		10%		
保定市	《保定市人民政府关于推进被动式超低能耗绿色建筑发展的实施意见（试行）》		20%		
	《加快推进绿色建筑发展实施方案》		20%		
衡水市	《关于加快推进被动式超低能耗建筑发展的实施意见（试行）》		10%		
承德市	《关于加快推进建筑产业现代化的实施意见》		5%		
沧州市	《关于加快推进超低能耗建筑发展的实施意见》		5%		
邯郸市	《关于推进超低能耗建筑发展的实施意见》（征求意见稿）				20%
天津市	《关于加快推进被动式超低能耗建筑发展的实施意见》		10%		
宜昌市	《关于推进被动式超低能耗建筑发展的意见（试行）》		10%		
海门市	《市政府关于加快推进建筑产业现代化的实施意见》	5%	10%	20%	

从建筑总面积占比规划目标来看，有超低能耗建筑占比目标规划的城市大多都对十三五末期给出了 5%-20%的明确要求，邯郸市已率先对十四五时期超低能耗建筑占比提出了 20%明确要求；海门市的超低能耗建筑占比目标从 2017 年的 5%逐步提升至 2023 年的 20%。

1.4. 激励政策研究与推广建议

1.4.1 激励措施汇总

各地政策中针对超低能耗建筑项目的激励内容主要分为图 1-6 中的 15 类内容。可以看到在所有激励方法中，规划目标占比最大，约占全部激励措施种类的 29%，接下来是资金奖补和容积率奖励，分别占 25%和 10%。其余各方法推行数量如图 1-6 所示，对同一地区不同政策文件内激励政策进行累加。

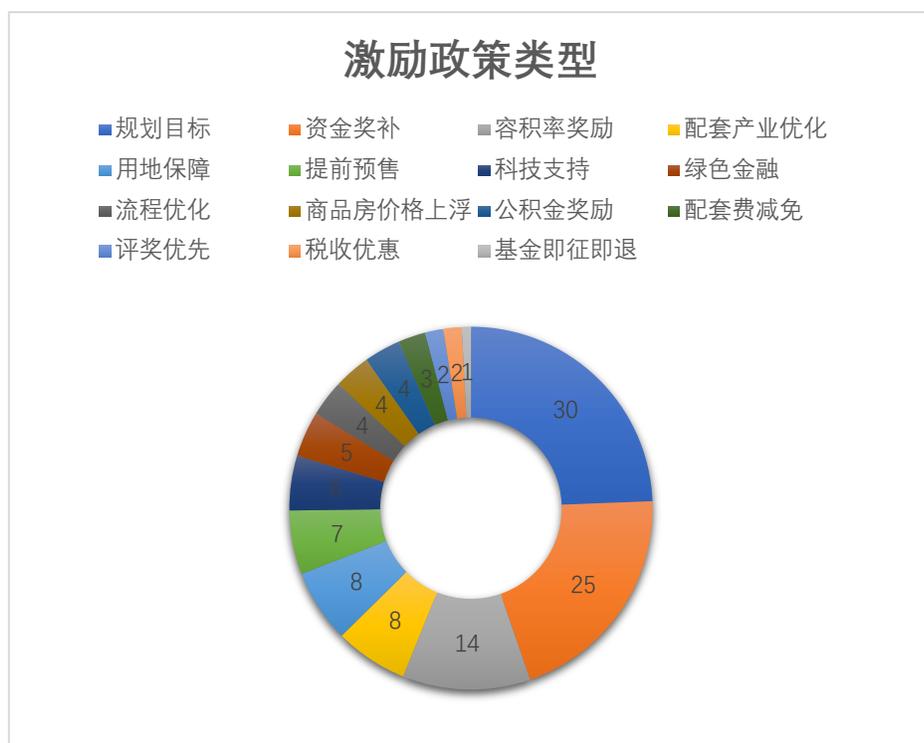


图 1-6 各类激励方法推行地区数量

(1) 规划目标

7 个省及自治区、14 个城市明确给出了 30 项未来几年各地超低能耗建筑项目的具体发展规划和目标，主要以超低能耗建筑总面积和占比要求为主。例如：石家庄市住房与城乡建设局发布并开始实施《石家庄市建筑节能专项资金管理办法》，指出到 2020 年，全市累计开工建设超低能耗建筑不低于 100 万平方米；衡水市住房和城乡建设局《关于加快推进被动式超低能耗建筑发展的实施意见（试行）》，规定到 2020 年，全市累计开工建设超低能耗建筑不低于 5 万平方米；冀州区累计开工建设超低能耗建筑不低于 1 万平方米。《保定市人

民政府关于推进超低能耗绿色建筑发展的实施意见（试行）》发布，规定到2019年超低能耗建筑用地面积不少于当年供地面积的10%，到2020年应不少于20%。

（2）资金奖补

6个省及自治区、12个城市给出了25项针对不同地区发展情况的相应补贴奖励政策。例如北京：自2016年起对超低能耗建筑给予1000元/m²直接补贴；保定市、张家口市、承德市超低能耗建筑示范项目可申请100元/m²，最高300万元补贴；郑州市超低能耗建筑示范项目可申请300-500元/m²，最高1500万元补贴；

（3）容积率奖励

4个省10个城市推行了14项容积率奖励政策，对建筑面积核定予以4%-9%的奖励，由于各地区自身发展情况不同，容积率奖励比例也不同。例如：天津市对外墙外保温层厚度超过七公分所增加的部分不计算建筑面积，石家庄市规定对地上建筑面积给予9%不计入容积率。郑州市规定对于采用超低能耗建筑技术的商品住宅项目，在办理规划审批进行容积率核算时，地上建筑面积4%可不计入容积率。

（4）配套产业优先

7个城市推行了8项配套产业优化策，例如：河北省的石家庄市、衡水市、沧州市等，以及山东省青岛市推行了配套产业优先政策，利用新旧动能转换基金对超低能耗建筑配套产业链企业给予优先支持。

（5）用地保障

1个省6个市对按照超低能耗建筑标准要求建设的项目，优先保障用地。例如：青岛市、宜昌市石家庄市和邯郸市均对超低能耗项目给与用地优先保障。

（6）提前预售

7个城市推行了商品房提前预售政策，例如：承德市、沧州市、邯郸市等为超低能耗建筑项目报建手续开辟绿色通道。对主动采用超低能耗建筑方式建造的单体建筑，投入开发建设资金达到工程建设总投资的25%以上和施工进度

达到主体动工（已取得《建筑工程施工许可证》），可办理《商品房预售许可证》。

（7）科技支持

1个省5个城市推行了科技支持，逐渐开始对超低能耗建筑项目开展科技支持，解决工程上的技术难点，为项目的规划、设计、施工和后期使用提供技术支持。

（8）绿色金融

1个省5个城市推行了绿色金融激励方法，例如：承德市、邯郸市和青岛市等改进超低能耗建筑的金融服务工作，加大绿色信贷支持。

（9）流程优化

4个城市推行了流程优化，例如：石家庄市优化超低能耗建筑项目报建手续和办事流程；宜昌市也推行了绿色办事流程等激励政策。

（10）商品房价格上浮

4个城市出台了商品房价格上浮政策，对满足要求的超低能耗建筑项目，在办理商品房价格备案时可以适当上调价格，例如：保定和石家庄市均可上浮30%。

（11）公积金奖励

4个城市推行了公积金奖励，例如：青岛市规定购买超低能耗建筑商品房，公积金贷款可优先考虑发放；沧州市规定使用住房公积金贷款购买二星级以上绿色建筑且为超低能耗建筑的自住住房，可贷额度在不超过住房公积金贷款最高额度且符合国家关于住房贷款首付比例政策的情况下上浮15%。

（12）配套费用减免

2个城市实行了配套费减免政策，规定示范项目不再增收土地价款和城建配套费，且通过评审的项目配套享有系列优惠。例如：保定市对非计容面积不计征城市基础设施配套费或增收土地价款；焦作市规定超低能耗改造建筑可享受减免差别补贴费；

（13）评奖优先

青岛和宜昌 2 个城市推行了评奖优先政策，规定超低能耗建筑在评优评奖时优先考虑，参建单位在信用考核中加分奖励。

（14）税收优惠

河北省和青岛市推行了税收优惠政策，规定超低能耗建筑的单位和企业，可享受税收优惠政策，按 15% 税率缴纳企业所得税。

（15）基金即征即退

海门市对征收的墙改基金、散装水泥基金即征即退，扬尘排污费按规定核定相应的达标削减系数执行。

1.4.2 措施分类与有效性

对于上述 15 类主要鼓励措施，按照其激励模式和鼓励力度可分为流程支持、间接经济效益和直接资金奖励，分别分析其有效性。

表 1-6 激励政策类型表

政策类别	奖励内容
流程支持	规划目标、用地保障、科技支持、流程优化、配套产业优先、评奖优先
间接经济效益	容积率奖励、提前预售、商品房价格上浮、公积金奖励、税收优惠、绿色金融
直接资金奖励	资金奖补、配套费用减免、基金即征即退

（1）流程支持类型政策。流程支持类型政策主要是针对于超低能耗建筑项目在规划、立项、施工、运营、后期评估、预售等流程方面的工作进行激励，为项目实施过程中进展顺利提供辅助支持，并无直接资金补助或间接经济奖励。首先政府通过明确的规划目标制定，使超低能耗建筑项目有长远的发展潜力，帮助支持立项；用地保障政策能够在开发商决定开展超低能耗建筑项目建设时确保足够且优先开发用地；科技支持政策能够在项目实施过程中解决技术难题，提升工程实施效率和技术水平，保证项目质量；流程优化政策使项目在交接、报批报建、审核等关键衔接过程更加高效顺畅，对项目整体进度有明显

促进作用等等。综上，此类政策不具有直接经济利益，仅仅通过增强项目实施各环节效率，一定程度上使项目进展更加顺利，激励力度较弱。

(2) 间接经济效益政策。间接经济效益政策虽然没有直观的资金补助，但对项目给与一定的后期经济效益能，一定程度上使开发商和消费者得到经济利益。对建筑容积率奖励更能直接提高建筑规模，多维度推动超低能耗促进项目的实施；提前预售配合商品房价格上浮两个政策共同作用下，能够使项目资金尽快回笼，同时一定程度上增加开发商利润，对项目日后的营销起到积极推动作用；公积金奖励、绿色金融、税收优惠更是从消费者的角度出发，对购买超低能耗住房给与一定社会福利和贷款优惠保障等经济效益。综上，该类政策对于超低能耗项目配套设施完善和竣工后商品房销售的一系列过程起到有效推动作用，激励力度较高。

(3) 直接资金奖励。直接资金奖励主要是对超低能耗项目工作进行直接经济激励：资金补贴能够最有效地提高项目关注度，提高开发商参与超低能耗建筑项目的积极性，进一步吸引更多开发商；配套费用减免和基金即征即退政策能够使配套设施尽快安装，从一定程度上促进超低能耗建筑项目的完善；综上，直接刺激型政策是由政府自上而下明确给出可观经济支持，一开始便使开发商看到直接利益，激发其兴趣，在项目实施过程中又由于明确规划和容积率奖励扩大项目规模，提升执行力度，因此该类型政策激励力度最高。

1.4.3 政策推广建议

(1) 已有政策地区建议

对于超低能耗建筑中长期发展而言，简化政策要求，减少执行摩擦、加强对既有示范项目的第三方设计评价、运行评价和后评估、推动从单体示范走向区域示范、从超低能耗迈向零能耗、加强消费者用户侧的绿色金融支持，都是未来的潜在政策发展方向，对已有超低能耗建筑政策地区下一步建议：

1. **简化政策要求，减少执行摩擦，推动鼓励条款快速落地。**目前如河北、河南等地方的政策提出了对容积率的奖励，但是在实际操作中存在着多部门参与，不易落实的情况，建议学习青岛、浙江的有关政策，采用简单易行的办

法，对外保温增加部分明确不计入容积率，甚至可以整个保温层不计入容积率，便于政策落实。

2. 加强对既有示范项目的第三方设计评价、运行评价和后评估。设计评价应在施工图设计文件审查通过后进行，主要应包括项目技术方案、建筑能效指标计算报告、主要施工图。施工评价重点是评价建筑采取的施工管理与技术措施及有效性，应在建筑竣工验收前进行，主要评价材料应包括高性能节能标识产品合格证书、施工培训文件、专项施工方案、隐蔽工程记录和影像资料、建筑气密性测试报告等。通过运行评估对设计目标和施工效果进行复核，运行评估以一年为一个周期。通过对示范项目的设计、施工评价和运行后评估，关注总结执行中出现的问题，及时进一步出台政策细则或升级版支持政策。

3. 研究出台超低能耗建筑规模化推广鼓励政策。超低能耗建筑社区或区域在建筑布置形式、区域能源系统形式、项目管理、高性能部品集体采购、精细化施工解决方案和组织管理等都会和单体建筑有不同，建议通过规模化推广鼓励政策支持引导其发展。同时，随着超低能耗建筑试点示范的影响力逐步显现，部分大型知名开发商已经计划在开发项目上进行大面积运用，如政府出台支持政策对激发大型开发商的积极性，特别是能够适当降低限售、限价，将会对超低能耗建筑规模化推广起到重要作用。

4. 研究出台政府投资项目和部分地区强制性推广政策。地方政府示范项目可以先从政府投资类项目入手，这样更容易推动和考核，也更容易保证项目质量，更容易保证行业健康发展。对于特定地区、特殊新区，在试点示范效果明显时，建议研究出台强制性推广的政策和配套标准，积极引领超低能耗发展。

5. 研究出台近零能耗、零能耗建筑鼓励政策。近零能耗建筑是超低能耗建筑的下一步发展方向，零能耗建筑是超低、近零能耗建筑发展的更高层次。超低能耗建筑目前并不要求使用可再生能源，而近零能耗建筑要求可再生能源利用率 $\geq 10\%$ 。零能耗建筑是在近零能耗建筑基础上，通过充分利用可再生能源，实现建筑用能与可再生能源产能的平衡，再生能源产能包括建筑本体及周边的可再生能源的产能量，建筑周边的可再生能源通常指区域内同一业主或物业公司所拥有或管理的区域，可将可再生能源发电通过专用输电线路输送至建筑使

用。目前与零能耗建筑相关的支持政策覆盖清洁供暖、地源热泵、空气源热泵、太阳能光热、太阳能光电等单一政策，未来应以建筑整体达到零能耗为目标将分散推行的政策进行整合集成。

6. 加强用户侧绿色金融激励举措。既有绿色金融政策主要为对房地产商的绿色信贷、第三方保险等支持和公积金奖励，公积金可贷额度在不超过住房公积金贷款最高额度且符合国家关于住房贷款首付比例政策的情况下上浮，但目前我国尚未出台针对超低能耗建筑的商业贷款优惠政策，如商业贷款利息的优惠比例可以如德国、瑞士等国较普通建筑有所优惠，也会对推动超低能耗建筑发展有促进作用。同时，超低能耗建筑的用户保险制度也可以极大打消消费者对宅交房后的实施效果存疑，对鼓励用户侧购买有重要作用。

7. 研究出台超低能耗建筑产业化发展引导政策。针对于河北省等目前近零能耗政策较为完善、示范工程规模较大且政府关注度较高的地区，集中出台促进近零能耗关键技术、产品部品和发展规模等方面的激励措施，扩大近零能耗建筑项目规划目标、提升关键产品部品参数最低限值要求并加强关键技术优化与应用研究，规定当各方面发展达到更高要求时，增强对近零能耗项目的激励力度，例如提高财政补贴、加大容积率奖励、减免配套设施费用及优化各类配套服务，推动整个产业的升级换代。

(2) 未出台政策地区建议

对于目前还未出台针对超低能耗建筑项目政策的地区而言，选择出台合适的激励政策能够促进未来超低能耗建筑项目的良好发展。推行政策时，需结合各地政府部门财政情况、对超低能耗建筑的推广意愿、群众响应力度、政策执行难度等条件制定符合各地实际发展需求和能力的针对性政策。因此，分别按照各地政府部门财政情况和对超低能耗建筑的推广意愿，提出适用于不同地区的未来政策制定和推行建议，同类型政策优先级如图 1-7 中阶梯所示：



图 1-7 各地区激励政策推行建议图

图 1-7 中按照地方政府资金是否充沛和意愿是否强烈划分四个区间，各省市及地区可按照自身资金情况和是否超低能耗建筑项目发展意愿，选择对应的政策建议。

1. 资金充沛且意愿强烈（全套一体化政策包）。政府可以同时出台 1-7 级包含所有激励类型的政策。1 到 3 级主要针对于超低能耗建筑前期的规划设计、建造、房地产商和用户侧：直接经济效益政策能够引起开发商兴趣从而动员其参与超低能耗建筑项目的热情；在此基础上，间接经济效益能够进一步激励开发商和消费者及用户，使其获得长远经济支持；流程支持则更从多角度使超低能耗建筑项目在立项、实施和预售，以及消费者的公积金奖励和贷款等过程中得到更大经济利益，从而促进超低能耗建筑项目进一步顺利推行。4、5 级政策旨在从更高层面推动超低能耗建筑从建筑行业向市场化、产业化和环境保护领域得到进一步全面中长期发展。在前述政策基础上，6、7 级政策为前瞻性政策，主要为超低能耗建筑能够长期稳定发展打好基础，通过专业人才培养和广泛引导宣传，为行业注入原动力和新生机，同时形成将建筑节能根植于人心的社会氛围，使超低能耗建筑实现规模化、普适化和人性化目标。

2. 资金不足但意愿强烈（短中期部分政策包）。建议推行部分短期和中期政策。短期政策以间接经济效益为主，一定程度上保证开发商和消费者的长远经济利益；同时给与完善的流程支持政策，确保超低能耗建筑项目在实施的过程中各环节都能够顺利进行。中期政策以节能环保型政策为主，呼吁并宣传绿色建筑、节能减排和可再生能源发展，增强并普及建筑节能和超低能耗概念与影响力。

3. 资金充沛但意愿不强（短中长期部分建议包）。短期政策以基础指导和直接与间接经济效益为主，给与开发商和用户长远经济利益保障，一定程度上激发其项目参与兴趣，通过试点示范，逐步提升地方政府推动意愿，使政府鼓励资金逐步覆盖到超低能耗建筑领域；中期政策主要以产业扶持为主，大力发展超低能耗建筑相关产品部品生产、应用和节能技术研究，形成超低能耗建筑产业链，为产业化发展奠定基础；长期政策主要以人才培养为主，政府应出台政策鼓励高校开设超低能耗建筑专业，并给与一定加分支持，加强新工科建设与跨学科交叉融合，培养建筑节能领域新型人才，不断为行业长期稳定可持续发展提供人才储备和学术基础。

4. 资金不足且意愿不强（短期部分政策）。短期政策中建议推行技术指导和流程支持类型政策，在力所能及范围内逐渐推进超低能耗建筑项目顺利实施。

（3）不同气候区配套政策建议

目前我国严寒和寒冷地区部分省市已经出台了超低/近零能耗建筑设计标准，唯独夏热冬冷和夏热冬暖地区还缺少具有针对性的超低/近零能耗建筑研究及施工标准与工程案例。据统计，截止到2020年6月，夏热冬冷地区有3个省3个市发布6项政策，占比12.7%；而夏热冬暖地区的广东省发布政策1项，仅占比2%。由于超低/近零能耗建筑收到不同气候区气候特征影响较大，因此必须因地制宜的针对不同气候区对近零能耗建筑的影响特点给出相应的激励政策和配套技术支持。

1. 严寒与寒冷地区

以 2020 年 1 月发布的《河北省被动式超低能耗建筑产业发展专项规划（2020-2025）实施方案》为例，可以看到以河北省为代表的寒冷地区，对超低/近零能耗建筑制定了全面且宏大的发展目标，显著提高超低/近零能耗建筑占新建建筑比例；同时对全产业链产值目标进行规定，到 2025 年计划将超低能耗建筑产业培育为支柱产业，通过壮大产业集群、培育领军企业、开展关键共性技术攻关、开展新型建材三品工程、推广节能建筑示范下乡、促进产城融合示范、打造产业合作示范平台、推动领军企业上云和建立健全支撑体系等路径，全面实现打造全产业链体系、优化产业发展布局、推进技术创新、完善产业标准体系和促进深度融合的目标。

严寒寒冷地区超低/近零能耗建筑相关激励政策较多，激励方法详实、技术路径较清晰、有较强的可操作性，对实际工程有很强的指导意义。结合严寒寒冷地区的气候特点，给出有针对性的政策建议如下：

（1）出台对超低能耗建筑相关部品部件生产企业的激励政策：加强对龙头企业的财政支持，促进联动产业快速发展，为保温材料、防水材料、被动门、被动窗、外遮阳系统、能源环境一体机和新能源材料等超低能耗建筑专有部品的研发和运维给与技术和支持和经济鼓励，为形成超低能耗建筑集成系统技术产业集群奠定扎实基础。

（2）出台针对超低能耗建筑市场完善与快速发展的激励政策：针对严寒寒冷地区气候特点与自然条件，分析满足不同市场需求为着力点，分类施策，重点开发、推广节能型、经济型、舒适型、健康型、产能型、装配型、智慧型超低能耗建筑，多路径探索建筑生产、消费模式，发挥超低能耗建筑的乘数、引领效应，激发更大市场需求，带动产业更快发展。

（3）出台针对超低能耗建筑相关人才培养的激励政策：推动重点企业与高等院校、专业院所的合作，以培育工程师和高级技师等为重点，定向培养、引进数量充足、门类齐全、梯次有序、技艺精湛的专业人才力量。推动重点产业集群与高等职业学校合作，建立一批实训基地，定向培养专业技术工人。从行业龙头骨干、单项冠军、隐形冠军和专精特新企业中遴选企业主要负责人，组建创新型企业家培育库，培养一批具有国际视野与创新能力的企业家。

(4) 出台超低能耗建筑规模化推广激励政策：在试点示范工程成功落成的基础上，明确规定未来 3-5 年超低能耗建筑发展规模和占新建建筑比例目标，鼓励建设超低能耗建筑全覆盖小区或集中连片建设超低能耗建筑。

2.夏热冬冷地区

以上海市住建委 2020 年 5 月发布《上海市绿色建筑管理办法（草案）》为例，可以看到以上海为代表的夏热冬冷地区明确鼓励超低能耗建筑的发展，通过加强符合本市气候特点、资源条件的超低能耗建筑技术、标准与产品研发，推广超低能耗建筑示范应用。目前夏热冬冷部分地区仅颁布了绿色建筑等实施方案或条例，缺少有针对性的超低/近零能耗建筑政策，同时由于气候特点，导致原有产业结构与现有超低能耗建筑供应链未能契合，且对超低能耗建筑认知不全面，使夏热冬冷地区缺乏先天优势。因此给出针对该气候区的政策建议如下：

(1) 出台超低能耗建筑试点示范激励政策：在推进绿色建筑和绿色生态区的基础上，开展超低能耗建筑试点示范工程，由各区人民政府或特定地区委员会选择合适区域规划用地，鼓励建设单位以基本超低能耗建筑为依托，在考虑到气候条件、资源条件和地理位置等因素的前提下，加强超低能耗建筑技术、标准与产品研发，促进超低能耗建筑的示范性应用。

(2) 出台符合气候特点的可再生能源利用激励政策：对新建政府投资或者以政府投资为主的公共建筑、大型公共建筑和其他学校、医院等公共建筑、住宅建筑应当采用可再生能源应用系统，并满足可再生能源综合利用量要求。新建民用建筑可再生能源应用系统设计安装应与建筑能耗水平相适应、与建筑外观形态相协调。

(3) 出台超低能耗建筑建设配套政策：财政发面可以通过给与节能减排补助金、可再生能源发展专项资金等多种渠道对超低能耗建筑项目给与支持；在产业发展方面可以出台鼓励超低能耗建筑门窗、保温、新风热回收等关键部品和设备产业发展的相关政策，积极推动建筑节能与绿色建筑方面的新技术、新产品、新材料和新工艺应用；人才培养方面可以通过出台鼓励高校加大超低能

耗能类专业设置的政策，对超低能耗建筑类相关人才培养工作进行研究、咨询、指导、评估和服务。

3.夏热冬暖地区：

对于以空调能耗为主的夏热冬暖地区，应该结合夏热冬暖地区气候特点和节能策略、技术措施及常规节能做法，提出针对该气候类型地区的超低能耗建筑技术体系。以厦门市某超低能耗建筑示范建筑为例，对该建筑的外墙与传热系数及保温隔热性能、外窗遮阳系数等因素对冬夏季供暖和空调负荷及节能贡献率的影响特性进行了研究，可以发现当外墙传热系数降低到 $1\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ 时，节能率变化不太明显；空调能耗远高于供暖能耗；外窗隔热性能对建筑能耗影响高于外窗保温性能的影响；我国超低能耗建筑采用的高建筑气密等级不符合夏热冬暖地区加强通风的节能措施技术路线。综上，给出针对该气候区的超低能耗建筑的政策建议如下：

（1）出台编制并发布适用于夏热冬暖气候区的超低能耗建筑技术导则激励政策：针对夏热冬暖地区以空调制冷能耗为主，对我国现行国标进行完善，在现行建筑节能设计标准体系的基础上，建立我国夏热冬暖地区超低能耗技术体系，通过制定以供冷量为主的居住和公共建筑能耗指标，并制定维护结构保温性能合理取值范围，用自然通风量（新风量）取代建筑气密性指标等方式，结合夏热冬暖地区地域特征将技术导则进行有针对性地延伸和发展。

（2）出台超低能耗建筑专项资金与技术扶持政策：由各地政府与城乡建设局结合各市超低能耗建筑实际发展情况，对支持范围、补贴方式、资金审核等方面给出明确规定，将超低能耗建筑纳入建筑节能专项补贴资金支持范围进行重点扶持。

（3）出台针对夏热冬暖气候区可再生能源应用技术研究的激励措施：通过分析夏热冬暖地区建筑节能技术体系与我国超低能耗建筑技术体系的区别，明确了该气候区建筑应该最大程度利用自然通风以降低空调能耗，并且使用不同的空调技术手段和节能设备，提高用能设备的能效，同时还要考虑到供暖和除湿，将自然通风和采光、太阳能光伏等可再生能源利用率纳入约束指标中，以强调其后相应设计并引导建筑本体的优化设计。

1.5. 小结

目前我国处于超低能耗从试点示范到规模推广的关键时期，各省市对超低能耗建筑的发展都给予极大支持，10个省及自治区和17个城市出台了关于超低能耗建筑政策共47项。通过对各地政策的分类研究，得出以下结论：

1. 2015-2019年超低能耗建筑项目的政策文件数量呈现逐年上升趋势：

2017-2018两年间发布数量显著增多，截止2020年6月累计出台47项，政策规定2020年全国范围内总建筑面积目标超过1100万 m^2 。河北、河南和山东省及各市政策数量最多，既有政策主要分布在寒冷地区。

2. 将47项政策文件按照发布部门性质、政策覆盖范围和文件内容分为人民政府文件、建筑行业与建筑科技发展文件、超低能耗建筑专项文件三类，分别对其政策特点、文件内容和颁布数量与地区进行分析。

3. 对政策发展趋势进行研究，分析47项政策出台的时间、内容、相互间的递进与呼应关系，随后对政策分级、奖励力度和发展目标等内容进行分析，得出结论：超低能耗建筑政策体系已初步形成，并且政策在级别、范围、奖励力度和发展目标等方面均有提升。

4. 针对超低能耗建筑项目的激励政策主要涵盖明确发展目标、资金奖励补贴、容积率奖励、用地保障等15项内容，按照其激励模式和鼓励力度可分为流程支持类、间接经济效益类和直接经济效益类三类，并分别分析各项政策对超低能耗建筑发展的有效性和可复制性。最后对未有和已有政策地区、以及不同气候区给出未来政策建议，为十四五期间超低能耗建筑在我国进一步推广提供政策支撑。

2. 近零能耗建筑测评标识体系与标准研究

2.1 国际近零能耗建筑评价体系

建筑是全球能源需求不断增长的关键驱动因素，而建筑行业内部的发展，例如空调使用数量的增加正在对全球能源和环境趋势产生重大影响。如果我们不能降低建筑的能耗，能源消费的持续增长终将影响到我们所有人。2015年12月联合国气候变化大会（UNCCC）通过《巴黎协定》：本世纪全球平均气温上升幅度控制在 2°C 以内，并将全球气温上升控制在工业化前水平之上 1.5°C 以内。大会首次将建筑节能单独列为会议议题。2017年11月，世界绿色建筑委员会(WorldGBC)提出了“2050建筑全零碳”目标：到2030年，所有新建建筑实现净零能耗，到2050年，所有建筑达到净零碳运行。

根据国际能源署（IEA）发布的《2019年全球建筑现状报告》数据显示：建筑行业仍然占据与能源相关的二氧化碳排放总量的39%，以及终端能源消耗量的36%。未来几年，新建建筑数量或将保持高速增长，这将对建筑行业实现“截至2030年，建筑业能源强度改善30%”的目标带来挑战，从而为兑现《巴黎协定》目标设置障碍。因此，追求更高能效的建筑一直是世界各国降低能耗，应对气候变化的重要手段之一。

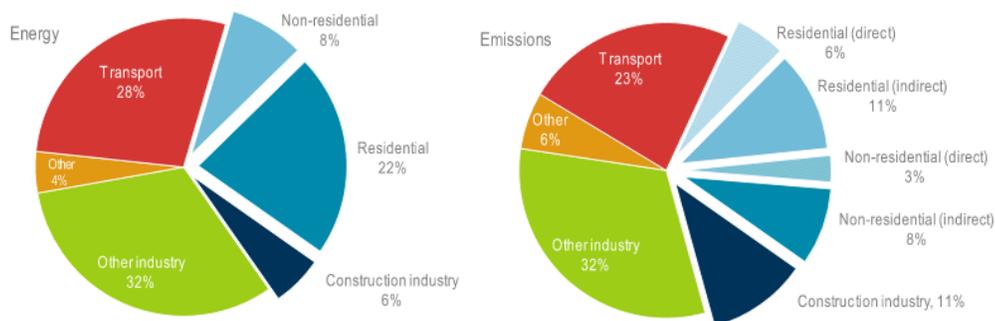


图 2-1 建筑终端能源消耗和碳排放的全球份额，2018 年

从世界范围看，美国等发达国家和欧盟盟国为应对气候变化和极端天气、实现可持续发展战略，都积极制定建筑迈向更低能耗的中长期（2020、2030、2050）政策和发展目标。随着建筑节能理念的深入，各国对零能耗建筑的发展越来越重视。通过建筑节能标准不断提升，引导新建建筑和既有建筑逐渐提高

节能减排性能，推动建筑迈向更低能耗、实现建筑达到零能耗和碳中和正在成为全球建筑节能的发展趋势。而现阶段零能耗建筑在经济和技术上的难度都较大，各国普遍采用逐步发展的技术策略，即逐步降低建筑能耗，先实现近零能耗，再实现零能耗。



图 2-2 世界各国零能耗发展目标

从提出“零能耗建筑”概念至今已有 40 余年，虽然世界范围内没有统一的“零能耗建筑”的定义，但对于零能耗建筑有一点是明确的，即能源消耗的数值为零。而近零能耗建筑的定义则由于世界各国经济不平衡，气候差异大等原因，没有统一明确的量化节能目标。各国纷纷提出了相似但不同的定义，并建立适合本国特点的技术标准及技术体系，主要有超低能耗建筑、近零能耗建筑、零能耗建筑及被动房。从定义涵盖范围看，被动房隶属于近零能耗建筑；零能耗建筑较近零能耗建筑更增加了智能电网、分布式能源等概念，强调建筑产出的能量大于消耗的能量，其实质与零能耗建筑、产能建筑一致。

在近零能耗建筑建成后，保证室内环境舒适的前提下，是否达到相关的设计参数和用能指标，对近零能耗建筑的发展至关重要，将直接影响着近零能耗建筑在未来的健康发展。为了保证近零能耗建筑能耗目标的最终实现，还需在检测技术的支撑下开展近零能耗建筑的评价技术研究，并在此基础上开展相关的评价工作。欧美等发达国家近零能耗建筑发展迅速，推广前景可观，并出现了一些具有专属技术品牌的技术体系，如德国“被动房”Passive House、瑞士 Minergie 近零能耗建筑等体系。

2.1.1 德国

1988年，瑞典和德国科学家 Bo Adamson & Wolfgang Feist 提出不用主动的采暖空调系统就可以维持室内热环境的建筑的“被动房”概念和措施。得益于专注于围护结构和高效机械系统的方法，根据气候的不同，被动式房屋的能耗比典型的现有建筑物减少多达 90% 的耗热量和多达 80% 的制冷能量。

被动房研究所（Passive House Institute，PHI）在 1991 年对第一个被动房试点项目进行建设和监控之后，于 1996 年由 PHI 发起了国际被动房标准。由于“被动房”的提出一开始主要针对在欧洲寒冷气候条件下的高供暖能耗问题，因此被动房的五个关键原则为：外围护结构保温、被动窗、高气密性、无热桥设计和含热回收机械通风。两个核心指标包括：被动房的采暖能耗 $\leq 15 \text{ kW}\cdot\text{h}/(\text{m}^2\cdot\text{a})$ ，一次能源总消耗量 $\leq 120 \text{ kW}\cdot\text{h}/(\text{m}^2\cdot\text{a})$ 。

（1）认证标准

2015 年最新版本的被动房标准已将其修订为适用于世界范围内全气候区的建筑，并引入了可再生能源一次需求量和可再生能源产量，以可再生一次能源（PER）需求的指标代替了之前对非可再生一次能源（PE）需求的要求。对计划采用可再生能源的建筑进行优化，通过非常经济的方式实现能源消耗完全由可再生能源供给，同时也可节省生产新能源所需的面积。具体如表 2-1：

表 2-1 PHI 被动房认证要求

采暖需求	$[\text{kW}\cdot\text{h}/(\text{m}^2\cdot\text{a})]$	\leq	15		
热负荷	$[\text{W}/\text{m}^2]$	\leq	10		
制冷和除湿需求	$[\text{kW}\cdot\text{h}/(\text{m}^2\cdot\text{a})]$	\leq	15+除湿需求		
冷负荷	$[\text{W}/\text{m}^2]$	\leq	10		
气密性	$[\text{1}/\text{h}]$	\leq	0.6		
可再生一次能源（PER）			普通级	优级	特级
PER-需求	$[\text{kW}\cdot\text{h}/(\text{m}^2\cdot\text{a})]$	\leq	60	45	30
可再生能源产量	$[\text{kW}\cdot\text{h}/(\text{m}^2\cdot\text{a})]$	\geq	-	60	120

根据 PER 需求和可再生能源产量将被动房等级划分为了“Classic 普通级”，

“Plus 优级”和“Premium 特级”。在过渡阶段，“Classic 普通级”可沿用一次能源（PE） ≤ 120 [kWh/(m²·a)] 的能耗指标和新定义的方法并行使用。对于“Plus 优级”和“Premium 特级”必须有可再生能源系统，可以理解为近零能耗建筑和零能耗建筑。

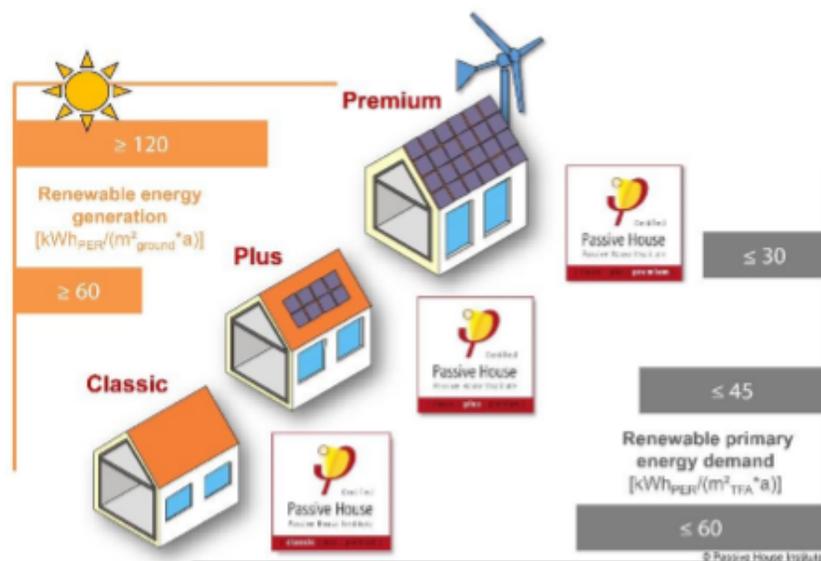


图 2-3 PHI 被动房分级标准

针对改造项目经常会出现不能完全达到被动房标准，以至于可能会产生不合理的成本支出的情况（例如，地下室现有墙体存在无法避免的热桥或者建筑朝向不利），2010 年被动房研究所为旧建筑改造项目制定了与被动房标准非常接近的 EnerPHit 标准，使用被动房组件进行节能改造。2015 年最新版标准中又提出了 PHI 低能耗建筑标准（Low Energy Building），适用于确实存在困难的项目。

（2）认证流程

被动房研究所在德国、奥地利及全球各地提供认证服务。此外，全球还有许多获得授权的被动房认证师。被动房研究所通过与认证师签订合同授权其按照被动房标准进行认证并使用被动房标识。根据 PHI 官网公布的被动房认证流程可分为以下几步：

初始检查：在项目开始阶段认证师检查该项目是否有特殊情况，以及如何在认证中评估。

初步审核：确保设计阶段方案以及 PHPP 的初步计算结果与认证的目标标

准一致。

施工阶段审核：在施工之前，认证师对所有与能源设计文件、建筑产品参数和 PHPP 计算结果等文件进行核查。

认证相关咨询：规划和建设全过程中，设计师与认证师对项目进行评估。

最后审查：施工完成之后，对所有规划设计方案和变更，施工质量证明文件进行核查。并为项目方颁发证书标识。

2.1.2 瑞士

瑞士 Minergie 与同一时期的德国被动房（Passivhaus）是世界建筑节能领域的先行者，两者有相同之处，如瑞士和德国地域相邻、气候相似，但最初的目标和实际的措施有很大的差距。Minergie 更加特色化，相比德国被动房更加注重室内的高舒适性。其目标是最佳的生活环境和工作舒适度、较低的热力和电力消耗以及建筑的长期保质期，专注于高品质的建筑围护结构，可控且经净化的新风以及可再生能源供应。2003 年，Minergie 标准得到了瑞士联邦的认可，以“未来建筑”标准的概念进行推广。

1) 认证标准：

Minergie 标识包括三个标准：Minergie, Minergie-P 和 Minergie-A,并以 ECO 和 MQS 作为互补标识。Minergie-P 代表被动式建筑，Minergie-A 代表产能建筑，Minergie 的要求则介于这两者之间。其中 Minergie-P 标准中的 P 意指“Passive”，即德国被动式设计概念，该标准是在德国被动房技术标准上进行了适当的调整以适合瑞士的气候条件和国情的近零能耗建筑标准：

表 2-2 Minergie-P 的主要性能要求

供暖能量需求[kW·h/(m ² ·a)]	根据建筑类型确定
一次能源节能率	>60%
供暖最大负荷	≤10W/m ²
气密性 N ₅₀	≤0.6
新风热回收系统	只要求独栋住宅，公寓以及旅馆、室内游泳馆

Minergie-A 对于能耗的要求主要体现在以下三个方面：一是建筑一体化生产的能量超过消耗的能量；二是尽可能同时使用不同来源的可再生能源，如地

热、废热、工业余热、风能等，不仅仅是太阳能；三是对于近零能耗的定义较为简单明确，简化了客户、建筑师和专业规划师之间的沟通。

当然这几大标准在建筑类型方面也有所侧重，如 MINERGIE®适用于所有的建筑，MINERGIE®-P 更倾向于住宅和工业厂房，MINERGIE®-A 当前只针对新建住宅建筑。ECO 互补标识可以与所有标准相结合，并且要求获得认证的建筑考虑了建筑的健康和生态有关的方面。MQS 互补标识确保了施工和运维过程中的质量，起到施工质量控制和优化运行维护的作用。ECO 一般只用于新建公共建筑，而互补标识 MQS 适用于所有的建筑。



图 2-4 Minergie 的分级标准

(2) 认证流程:

由于 MINERGIE 标准在制定之初就受到了政府的大力支持，推广计划一开始就与瑞士联邦以及各州政府的相关部门紧密配合，因此，其发展速度远超出其它国家，根据 Minergie 官网数据，截止 2018 年全球获得 Minergie 系列认证的建筑物总计 47472 栋，推广程度大幅超出预期。Minergie 官方网站给出了 Minergie 的认证流程，主要分为以下步骤：

在线申请：申请者和专业规划者在 Minergie-Online 平台（MOP）上提交申请，并在一个月之内将有效纸质文件送至认证机构。

合理性审查：Minergie 认证机构对申请人提供的文件进行合理性审查，核实是否符合申请人所期望的 Minergie 标识的基本要求。

颁发临时证书：审查通过后由审查机构向申请项目颁发有效期为三年的临时证书。

施工质量审查：如果该申请项目在施工过程中，可以申请 Minergie 的补充认证——施工质量（MQS Bau）审核。

项目竣工审核：认证机构对申请人提供的完成工程的确认函进行全面的认证和计算。

颁发最终证书：申请人将收到包含认证编号以及该标识指标的最终证书。

再认证：认证项目经改造后需要进行重新认证。

现场访问：Minergie 协会将会在颁发临时证书后任意时间内进行现场访问，并在最终证书颁发后最多五年内再次进行现场访问，以验证施工是否符合 Minergie 标识要求。

2.1.3 美国

美国的主流认证体系可分为由美国被动房协会（PHIUS）组织的北美被动房认证和国际未来生活研究院（International Living Future Institute, ILFI）发起的零能耗建筑（Zero Energy, ZE）认证。

（1）美国被动房协会 PHIUS

受德国 PHI Standrad 影响，2012 年美国能源部与美国被动房协会（PHIUS）建立合作关系，推动有关 Zero Energy Ready Home（ZERH）和 PHIUS+被动房认证项目，承认了基于性能指标的被动房标准的重要性，并联合发布《具体气候被动房标准》。此标准符合北美地区具体气候条件，是设计建造被动房的重要参考标准。该标准的三方面核心内容分别为空调负荷指标、一次能耗指标和气密性要求，如表 2-3 所示。对于满足由 PHIUS 开发的适应气候特征的被动式建筑标准的建筑可直接获得美国能源部的准零能耗住宅（ZERH）认证。

表 2-3 北美典型城市的技术指标

城市	迈阿密	新奥尔良	亚特兰大	纽约	盐湖城	朗尼阿波利斯	魁北克	费尔班克斯
年供暖负荷 [kW·h/(m ² ·a)]	3.2	6.3	8.8	13.6	15.8	21.7	27.1	37.8
年供冷负荷 [kW·h/(m ² ·a)]	61.8	41.0	23.6	15.4	10.1	9.8	3.2	3.2
推荐外窗 [W/(m ² ·k)]	-	1.5	1.1	1.0	1.1	0.7	0.7	0.6
气密性	≤0.05CFM50 和 0.08CFM75							
总一次能耗 [kW·h/(m ² ·p)]	≤6000							

(2) 国际未来建筑研究院 (International Living Future Institute, ILFI)

零能耗 (Zero Energy, ZE) 认证是从 2006 年国际生活未来研究院

(International Living Future Institute, ILFI) 首次发布的“生命建筑挑战” (Living Building Challenge, LBC) 演变而来的, 是为了使项目展示零能耗性能, 并建立具有完整第三方性能认证的高级项目队列, 合作认证机构为新建筑研究院

(New Building Institute, NBI)。ZE 认证更加符合美国零能耗建筑定义发展, 其技术路径更为重视能源系统的效率以及光伏发电和分布式能源等方面, 并通过要求全面和可靠的性能为绿色建筑树立了新的标杆。LBC 标准分为场地、供水、能源、健康幸福、材料、公平和美观七个发行领域, 二十个总指令, 对于不同的建筑等级只需满足不同的指令。

The Living Building Challenge is composed of 20 Imperatives grouped into seven petals. Some Imperatives are not required for all Typologies.

PETAL	IMPERATIVE	TYPOLOGY			
		New Building	Existing Building	Interior	Landscape + Infrastructure
PLACE	01 Ecology of Place	Core	Core	Core	Core
	02 Urban Agriculture	Core	Core	Core	Core
	03 Habitat Exchange	Core	Core	Core	Core
	04 Human Scaled Living	Core	Core	Core	Core
WATER	05 Responsible Water Use	Core	Core	Core	Core
	06 Net Positive Water	Core	Core	Core	Core
ENERGY	07 Energy + Carbon Reduction	Core	Core	Core	Core
	08 Net Positive Energy	Core	Core	Core	Core
HEALTH + HAPPINESS	09 Healthy Interior Environment	Core	Core	Core	Core
	10 Healthy Interior Performance	Core	Core	Core	Core
	11 Access to Nature	Core	Core	Core	Core
MATERIALS	12 Responsible Materials	Core	Core	Core	Core
	13 Red List	Core	Core	Core	Core
	14 Responsible Sourcing	Core	Core	Core	Core
	15 Living Economy Sourcing	Core	Core	Core	Core
	16 Net Positive Waste	Core	Core	Core	Core
EQUITY	17 Universal Access	Core	Core	Core	Core
	18 Inclusion	Core	Core	Core	Core
BEAUTY	19 Beauty + Biophilia	Core	Core	Core	Core
	20 Education + Inspiration	Core	Core	Core	Core

- CORE IMPERATIVE
- SCALE JUMPING ALLOWED
- ✋ HANDPRINTING IMPERATIVE
- IMPERATIVE REQUIRED FOR TYPOLOGY
- REQUIREMENT DEPENDENT ON SCOPE
- NOT REQUIRED FOR TYPOLOGY

图 2-5 “生命建筑挑战”（Living Building Challenge, LBC）总框架

LEED 认证计划于 2011 年制定，设定了精简的目标，即所消耗和产生的能源净年度余额为零。2017 年，Living Building Challenge 对 LEED 认证计划进行了修订，取消所有非能源要求，只对近零能耗建筑的实际性能做出要求，被公认为建筑环境中能源性能的最高追求之一，是唯一的国际零能耗认证。根据 NBI 统计数据，2018 年全美共有零能耗建筑项目 482 个，遍布 44 个州，已实现不同气候区技术体系全覆盖。



图 2-6 “生命建筑挑战”（Living Building Challenge, LBC）标识分类

根据 ILFI 官方网站，ZE 的认证流程大致为：在线注册并提交认证信息、第三方机构审核员审查提交资料、申请者对审核员提出问题进行回应或修改、审核员发布申请项目是否通过，ILFI 进行新闻发布并颁发证书。

(3) 被动房与 ILFI 零能耗认证对比

ILFI 和被动房的认证计划是高度互补的，建筑物选择被动房的高能效与可再生能源相辅相成，以达到实现零能耗的合规途径。值得注意的是，二者存在以下几点主要区别：

表 2-4 PHI 被动房和 ILFI 零能耗建筑认证对比

	被动房认证需求	零能耗建筑认证需求
燃料燃烧	允许	禁止
能源需求限值	供暖、制冷、一次能源总量	无限制要求
可再生能源发电量限值	根据等级不同划分，或无要求	最小值必须 \geq 现场总能源使用量
气密性和能效建模	严格要求	无限值
最终认证	PHPP 计算结果和实地测试数据	连续 12 个月的能耗平衡数据

尽管被动房的技术策略适合于达到 ZE 目标所需的效率水平，但必须以可衡量的可再生能源发电量满足剩余的能耗。获得 ZE 认证的建筑也需要提交被动房认证所需材料，并通过专业机构评审才能获得被动房认证标识。

2.2 我国近零能耗建筑评价早期探索

我国的近零能耗建筑发展历程主要分为三个阶段：

第一阶段：引入欧美等发达国家技术体系的早期探索；

第二阶段：《被动式超低能耗绿色建筑技术导则（居住建筑）》在我国试行；

第三阶段：以国家标准的形式形成适合我国国情的，自有的近零能耗建筑技术设计、施工、认证体系。

大量成功的建筑节能工作减缓了我国建筑能耗随城镇建设发展而持续增高的趋势，现阶段 65%的节能设计标准已经基本普及。但要早日实现建筑能耗达峰的目标，发展近零能耗建筑已成为大势所趋。相比欧美等发达国家，我国近零能耗建筑研究发展起步较晚，体量相对较小。但是从发展机遇上来看，目前正处于蓬勃发展的关键时期。从 2015-2019 年，9 个省及自治区，13 个城市相继

出台 28 项政策文件，推动近零能耗建筑发展。

2.2.1 早期探索

我国自 2007 年与德国合作开始，引进德国先进节能技术，以德国被动房标准建立超低能耗建筑绿色示范工程，示范项目在山东、河北、新疆、浙江等地陆续涌现。2013 年起，中美清洁能源联合中心建筑节能工作组开展了近零能耗建筑、零能耗建筑节能技术领域的研究与合作，建造完成中国建筑科学研究院近零能耗建筑、珠海兴业近零能耗示范建筑等示范工程，部分项目拿到了德国 PHI 标识和中美示范项目标识，取得了非常好的节能效果和广泛的社会影响。

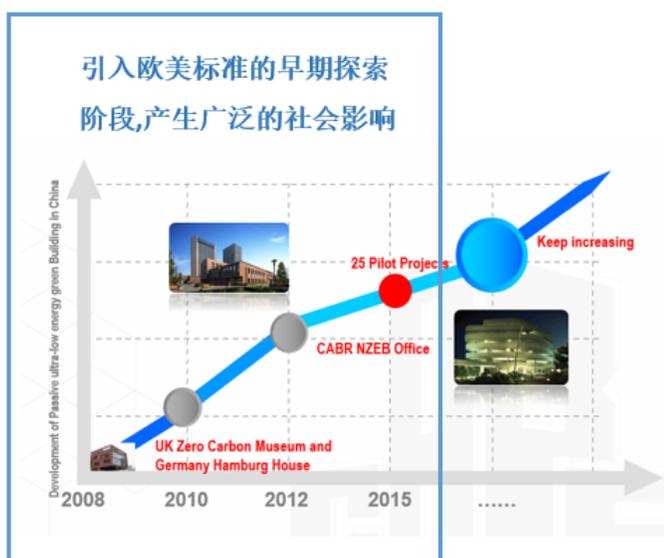


图 2-7 早期探索阶段的近零能耗建筑发展趋势

2.2.2 《被动式超低能耗绿色建筑技术导则（居住建筑）》

2015 年 11 月，《被动式超低能耗绿色建筑技术导则（居住建筑）》正式颁布实施。受住建部委托，由中国建筑节能协会被动式超低能耗建筑分会（CPBA）组织中国建筑科学研究院等单位编制完成。

《导则》与我国绿色建筑发展战略相结合，首次提出以建筑能耗值为导向，综合考虑建筑能耗指标、气密性指标及室内环境参数，对建筑从规划、设计、建造、评价，到运营进行全过程控制。随着《导则》的出台，对示范项目建设提出了新的要求。

2016-2018 年基于《导则》，中国建筑节能协会被动式超低能耗建筑分会（CPBA）完成了 64 个被动式超低能耗建筑评价标识工作，中国建筑科学研究院研究团队对 64 个示范项目展开技术经济分析。示范项目均能满足《导则》的技术标准。说明了《导则》对建筑能耗和建筑部品参数指标设置的合理性。同时，通过示范项目数量的不断攀升，可以看出，我国超低/近零能耗建筑的试点示范取得初步成效，已带动相关政策、产业的发展，并正在向连片建设推进。



图 2-8 《导则》试行阶段发展趋势

但在导则实施的过程中，也发现了一些问题。例如：

- (1) 《导则》虽对被动式超低能耗绿色建筑进行定义，但对于目前较为流行的近零能耗建筑、零能耗建筑等技术名词之间的逻辑关系需要进一步解释。
- (2) 导则仅针对居住建筑提出技术要求，而缺少对公共建筑的指标要求。
- (3) 建筑冷热源的系统效率对终端能耗的影响至关重要，但《导则》并未对冷热源的能效等技术内容作出明确规定。

2.3 近零能耗建筑测评体系

2.3.1 《近零能耗建筑技术标准》GB/T 51350-2019

2019 年 1 月 24 日，住房和城乡建设部发布了“关于发布国家标准《近零能耗建筑技术标准》的公告”，自 2019 年 9 月 1 日起实施。《近零能耗建筑技术标准》由中国建筑科学研究院

和河北省建筑科学研究院会同46家科研、设计、产品部品制造单位59位专家联合研究编制，历时3年编制完成。



图 2-9 《近零能耗建筑技术标准》以国家标准形式发布

《标准》为我国首部引领性建筑节能国家标准。通过借鉴国外经验，结合我国已有工程实践，提炼示范建筑在设计、施工、运行等环节的共性关键技术要点，将被动房和零能耗建筑的指标体系进行整合。以2016年国家建筑节能设计标准为基准给出相对节能水平，对能耗指标要求体系进行了完善，首次通过国家标准形式界定了我国超低能耗建筑、近零能耗建筑、零能耗建筑等相关概念。既结合了我国1986年-2016年的建筑节能30%、50%、65%的三步走发展战略，又与我国2025、2035、2050中长期建筑节能标准衔接，起到“承上引下”的关键作用。且与主要国际组织、发达国家提出的名词和控制指标保持基本一致，为今后我国建筑节能国际合作从并跑走向领跑奠定基础，也为形成我国自有近零能耗建筑体系、指导行业发展提供了有力支撑。



图 2-10 《近零能耗建筑技术标准》

《近零能耗建筑技术标准》主要内容：

- 界定了我国超低能耗建筑、近零能耗建筑、零能耗建筑等相关概念
- 对可再生能源利用率做出明确规定
- 区分了公共建筑和居住建筑的评价标准
- 区分对不同气候区的建筑设计参数
- 对不同冷热源的能效比做出规定

根据《标准》提出的各项约束指标，结合我国近零能耗建筑的发展现状，采用性能化评价方式和强制性指标方法相结合的方式，可将我国的近零能耗建筑体系划分为五大评价指标：室内设计参数、围护结构热工性能与气密性、建筑能源系统、负荷指标（居住建筑）、能效指标。



图 2-11 近零能耗建筑评价体系

2.3.2 《近零能耗建筑测评标准》T/CABEE 003—2019

随着我国近零能耗建筑技术标准体系的完善，探索适合我国的近零能耗建筑评价体系成为规模化推广的重点工作，通过第三方评价工作的开展，树立行业先进典型，引导建筑节能行业逐步迈向超低、近零能耗。这就需要以主客观评价为基础，对示范工程进行系统的、全过程的跟踪和评价，从而总结出近零能耗建筑性能指标、室内环境、技术路线和能源消耗的适用性综合评价方法。

2019 年 12 月 20 日，中国建筑节能协会发布了“关于发布《近零能耗建筑测评标准》T/CABEE 003—2019 团体标准的公告”，自 2020 年 2 月 1 日起实施。对推动近零能耗建筑标

识评价工作在我国市场的规范化，发挥标识的市场激励作用具有积极影响。



图 2-12 《近零能耗建筑测评标准》发布

该标准是《近零能耗建筑技术标准》的及时补充和延续，对近零能耗建筑在设计评价、施工评价及运行评估阶段所需要提交的材料进行了规定。旨在对近零能耗建筑进行系统性的检测及评价工作，规范近零能耗建筑检测工作，指导近零能耗建筑项目的评价，推动我国近零能耗建筑的健康发展。该标准是中国建筑节能协会开展下一步第三方评价管理的最主要技术依据。

2.3.3 中国建筑节能协会近零能耗建筑评价管理办法

《近零能耗建筑技术标准》正式实施同月，中国建筑节能协会公布了《中国建筑节能协会近零能耗建筑评价管理办法》和第一批第三方评价机构，以对近零能耗建筑示范项目开展科学合理的技术评价。

近零能耗建筑评价和认证工作由中国建筑节能协会组织开展，协会成立近零能耗建筑评价管理办公室负责协会的日常评价与推广工作，包括选定与监督第三方评价机构、评价管理以及受理查询与投诉事物。协会征集第三方评级机构，经评管办评审后，授权第三方评价机构对建筑进行评价。第三方评价机构负责组织评价资料申报、形式审查和技术预审并开展评价工作。

评价工作分为设计评价、施工评价和运行评价三个阶段。当近零能耗建筑设计评价完成后，可向其颁发有效期为两年的设计评价证书；当施工评价完成后，应向其颁发近零能耗建筑评价证书，建筑物投入使用 1 年后可进行运行评价完成整个评价工作。近零能耗建筑的评价需提交相关材料和进行相关检测才能被评定为近零能耗建筑。评价环节分为如下步骤：

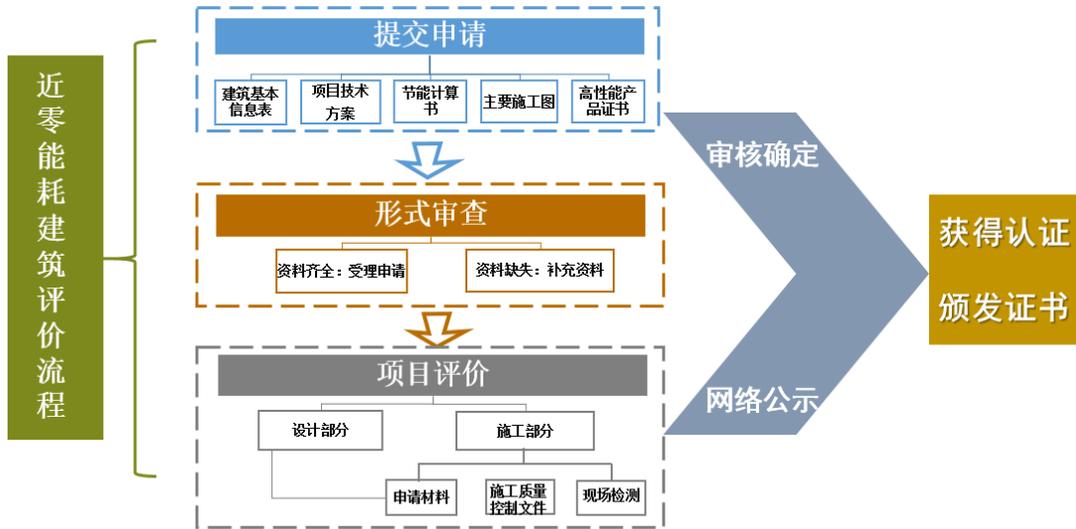


图 2-13 近零能耗建筑评价流程

2.4 首批示范项目概况与能效指标

2.4.1 总体情况

2019年11月11日，中国建筑科学研究院作为首批第三方评价机构，在北京组织召开了“2019年第一批近零能耗建筑项目评审会”。截至2019年底，全国已有18个项目获得超低、近零、零能耗建筑。其中12个项目由中国建筑科研究院负责组织评价，并于2019年11月28日，在郑州市举办的第六届全国近零能耗建筑大会上项目进行授牌。在大会开幕式上，由中国建筑节能协会李德英秘书长、超低能耗建筑分会徐伟理事长为12个示范项目颁发标识证书。



图 2-14 第一批近零能耗建筑项目评审会



图 2-15 第一批标识项目授牌

首批评价项目中，居住建筑3个，公共建筑9个。从气候分区来看，寒冷地区8个，夏热冬冷地区4个。

表 2-5 中国建筑科学研究院-2019 年第一批近零能耗建筑评价项目汇总表

编号	气候区	建筑名称	面积 (m ²)	评价 阶段	评价标识
1	寒冷	北京市建筑设计研究院 有限公司 C 座科研楼改造项目	8651.9	设计	近零能耗
2	寒冷	东方雨虹新材料装备研发总部基 地建设项目 E 楼倒班宿舍	12381.2	设计	超低能耗
3	夏热冬冷	扬州仪征月塘镇 田园服务中心 A 楼	422	设计	超低能耗
4	夏热冬冷	扬州仪征月塘镇 田园服务中心 B 楼	419	设计	近零能耗
5	寒冷	青岛国际院士港研究院· 6 号楼	8011.14	设计	近零能耗
6	寒冷	青岛国际院士港研究院· 9 号楼	5448.02	设计	近零能耗
7	寒冷	天友·零舍 绿色智慧乡村核心技 术集成与示范项目	402.34	施工	近零能耗
8	夏热冬冷	南京江北新区人才公寓 (1 号地块) 项目 (12 号楼)	2376	设计	零能耗
9	寒冷	河北卉原建材有限公司 科研楼	1884.34	设计	超低能耗
10	夏热冬冷	台州冠郡豪苑住宅项目	68851.6 3	设计	超低能耗
11	寒冷	天津生态城南片 15 号地块公 屋二期 2B 期项目	13252.9 6	施工	超低能耗
12	夏热冬冷	水岸恬园二期 92#楼	562.85	设计	超低能耗

2.4.2 项目概况与能效指标

评级标识等级以能效指标来约束进行判别，能效指标包括建筑能耗综合值、可再生能源

利用率和建筑本体性能指标三部分，三者需要同时满足要求。量化指标采用绝对能耗数值和相对节能率两种方式，能耗统计的计量单位以一次能源消耗为主。

对于居住建筑通过建筑能耗综合值进行约束即单位面积年供暖、通风、空调、照明、生活热水、电梯的终端能耗量和可再生能源发电量，统一换算到标准煤当量后，两者的差值。

表 2-6 居住建筑能效指标

建筑本体性能指标		严寒地区	寒冷地区	夏热冬冷地区	温和地区	夏热冬暖地区
建筑能耗综合值 (kW·h/(m ² ·a))	近零能耗	$\leq 55(\text{kW}\cdot\text{h}/(\text{m}^2\cdot\text{a}))$ 或 $\leq 6.8(\text{kgce}/(\text{m}^2\cdot\text{a}))$				
	超低能耗	$\leq 65(\text{kW}\cdot\text{h}/(\text{m}^2\cdot\text{a}))$ 或 $\leq 8.0(\text{kgce}/(\text{m}^2\cdot\text{a}))$				
供暖年耗热量 (kW·h/(m ² ·a))	近零能耗	≤ 18	≤ 15	≤ 8	≤ 5	
	超低能耗	≤ 30	≤ 20	≤ 10	≤ 5	
供冷年耗冷量 (kW·h/(m ² ·a))	近零能耗	$\leq 3 + 1.5 \times \text{WDH}_{20} + 2.0 \times \text{DDH}_{28}$				
	超低能耗	$\leq 3.5 + 2.0 \times \text{WDH}_{20} + 2.2 \times \text{DDH}_{28}$				
可再生能源利用率 (%)	近零能耗	$\geq 10\%$				

公共建筑由于建筑体量、建筑形式和建筑功能都相对多样，因此通过建筑综合节能率进行约束。建筑综合节能率是指设计建筑和基准建筑的能耗综合值的差值，与基准建筑的建筑能耗综合值的比值。如表 2-7 所示。

表 2-7 公共建筑能效指标

建筑本体性能指标	严寒地区	寒冷地区	夏热冬冷地区	夏热冬暖地区	温和地区
----------	------	------	--------	--------	------

建筑综合 节能率 (%)	近 零 能耗	≥60%	
	超 低 能耗	≥50%	
建筑本体 节能率 (%)	近 零 能耗	≥30%	≥20%
	超 低 能耗	≥25%	≥20%
可再生能 源利用率 (%)	近 零 能耗	≥10%	

图 2-16 是获评项目指标分布情况，达到近零能耗标准指标要求以上项目为 6 个，其中包括 1 个获评零能耗建筑评价标识。获评超低能耗建筑评价标识 6 个，其中包括 3 个居住建筑和 3 个公共建筑。

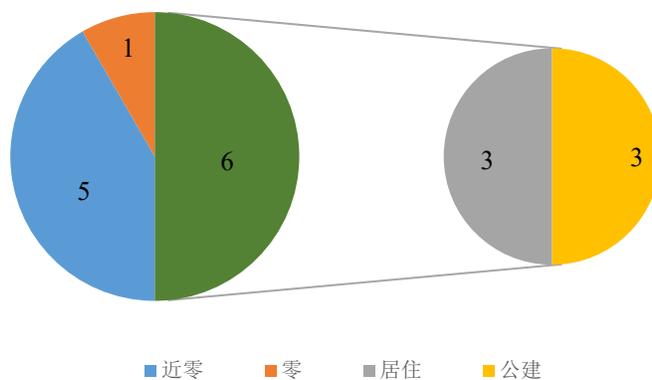
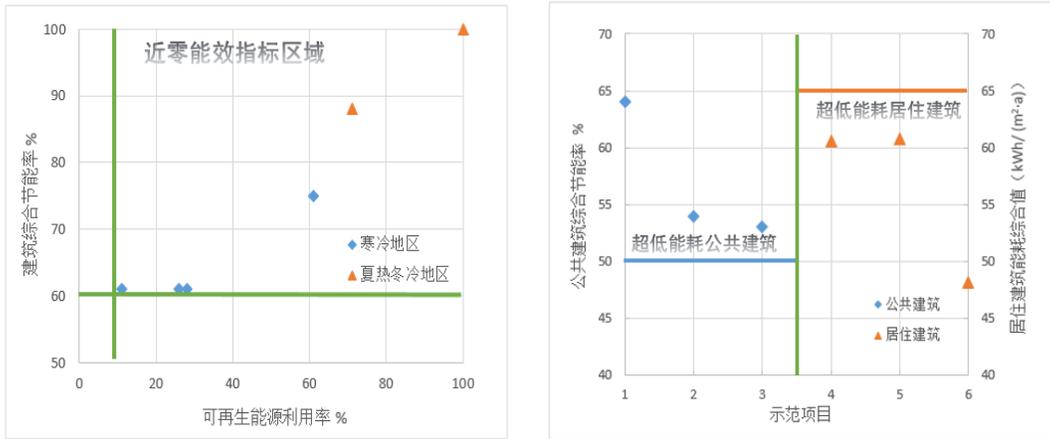


图 2-16 示范项目分布

图 2-17 是近零能耗建筑能效指标图。6 个获得近零能耗建筑的项目均为公共建筑，满足综合节能率大于 60%，可再生能源利用率大于 10%的目标。6 个超低能耗建筑包括公共建筑和居住建筑，分别以综合节能率和能耗综合值进行判定。



(a) 近零能耗建筑

(b) 超低能耗建筑

图 2-17 示范项目能效指标图

示范项目均按照《近零能耗建筑技术标准》的技术路径进行设计施工，满足标准的各项要求，因地制宜地利用自然条件实现了超低/近零/零能耗目标。

2.5 示范项目技术应用

12 个示范项目因地制宜地利用自然条件，营造舒适健康的室内环境，提高建筑使用寿命，极大降低能源消耗，均有各自技术特点，但总的来说核心技术是一致的：通过建筑被动式设计、主动式高性能能源及可再生能源系统应用，最大程度减少化石能源。

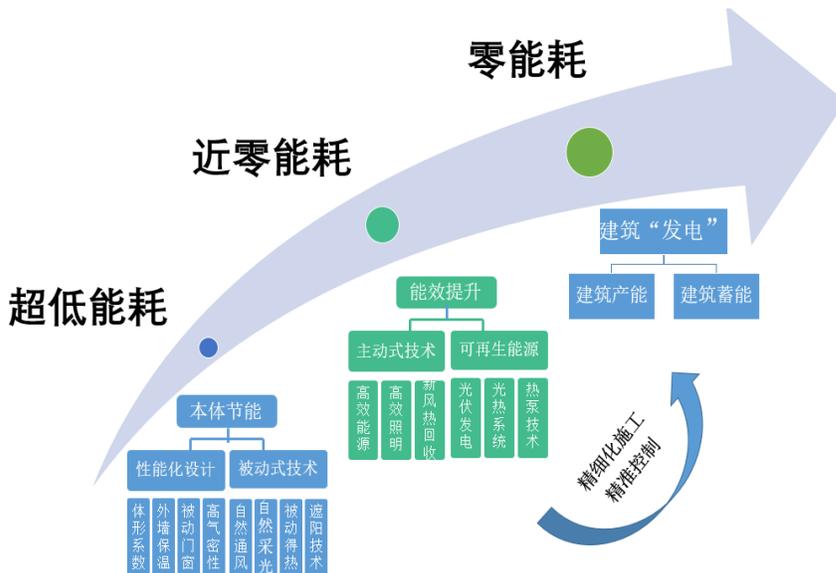


图 2-18 近零能耗建筑技术路径

示范项目技术路径具体措施包括：

- **被动式设计：**优化建筑布局、朝向和体形系数，并注重与气候的适宜性。通过使用高性能围护结构、无热桥的设计与施工等技术，提高建筑整体气密性。以遮阳、自然通风、自然采光等被动式技术手段降低建筑物的能量需求。
- **能源系统和设备效率提升：**能效的持续提升是建筑能耗降低的重要环节，应优先使用能效等级更高的系统和设备。包括暖通空调、照明及电气系统。
- **通过可再生能源系统对建筑能耗进行平衡和替代：**充分挖掘建筑本体、周边区域的可再生能源应用潜力，对能耗进行平衡和替代。

2.5.1 高性能围护结构

相比国家节能标准现阶段 65% 的目标，《近零能耗建筑技术标准》对外围护结构的热工性能提出了更高的要求。因此开发高性能的建筑围护结构部件，更好的满足建筑的保温隔热要求，达到良好的室内居住环境和降低能耗的目的是近零能耗建筑的基础工作，也是关键性工作。在外围护结构的所有部件中外墙、门窗和屋面尤为重要。

- **非透光围护结构**

通过外墙的热损失占建筑热损失的 30%，保温隔热措施是达到近零能耗建筑围护结构传热系数要求的重要措施。目前市场上常用的墙体保温材料主要分为有机类（如聚苯板、挤塑板、聚氨酯、酚醛板等）、无机类（如珍珠岩类、泡沫水泥、膨胀玻化微珠、发泡陶瓷、岩棉、YT 新型墙体保温材料等）、复合材料类（胶粉聚苯颗粒等）三大类，共 15 种。

从保温隔热性能上来看，胶粉聚苯颗粒保温砂浆、无机保温板、EPS 保温板以及 XPS 保温板的保温性能是逐渐升高的。XPS 的完全封闭孔式发泡化学结构与其蜂窝状物理结构，使其具有轻便、耐久、高强度的特点，因此在示范项目中使用最为广泛。其次为岩棉板，由于其较高的抗冲击性和良好的耐火防潮性能，以及较低的价格，在超低能耗建筑市场中占有较大份额。图 2-19 为示范项目中的保温材料使用情况。

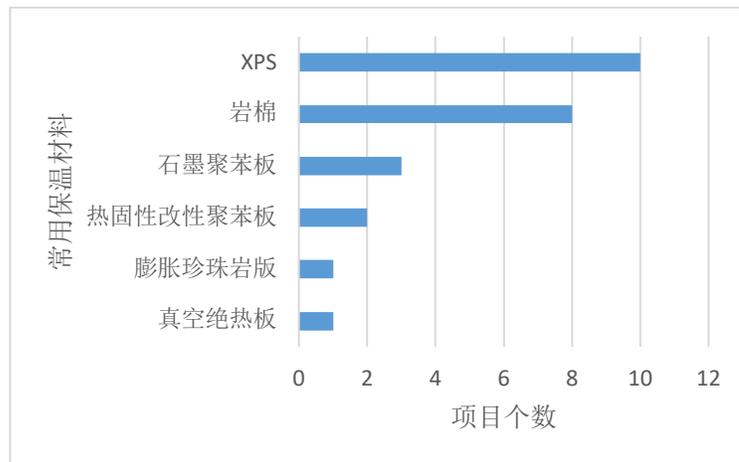
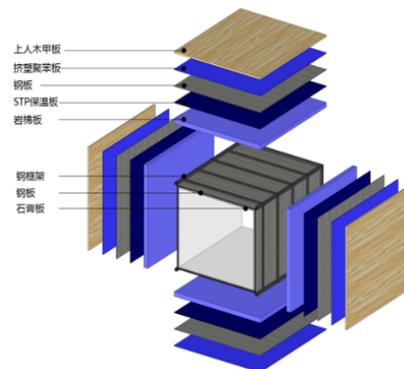


图 2-19 保温材料使用情况

我国建筑墙体的保温做法已经从单一材料保温体到复合保温墙体，12 个示范项目均同时采用多种保温材料对建筑外围护结构进行保温隔热。复合墙体可分为外墙内保温，外墙夹心保温和外墙外保温，目前外保温体系为近零能耗建筑提高外墙热工性能的主要技术措施。



(a) 复合内保温墙体



(b) 复合外保温墙体

图 2-20 复合保温墙体

《近零能耗建筑技术标准》对近零能耗建筑非透光围护结构平均传热系数做出规定，以满足《标准》的能耗指标为目标。非透光围护结构的传热系数限值不应该是唯一的，可以通过结合其他部位的节能设计要求进行调整，经技术经济分析后确定。图 2-21 给出了示范项目外围护结构的保温性能，寒冷地区的外墙传热系数均控制在 $0.2\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ 以下，屋面 $0.14\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ 以下。对于不同气候和不同建筑类型的具体情况，均符合《标准》中对于围护结构的限值要求。

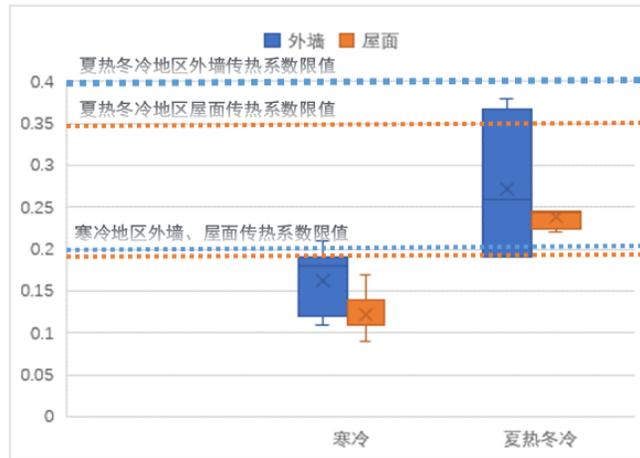


图 2-21 外围护结构的保温性能

● 透光围护结构

外窗是建筑采光通风的重要通道，也是建筑保温隔热最薄弱的环节。一般来说居住建筑采用透光幕墙的比例很低，以外窗为主，窗墙面积比较小；而公共建筑中透光幕墙（主要是玻璃幕墙）的应用较多，窗墙面积比较大。因此，近零能耗建筑外窗（包括透光幕墙）热工性能要求应区分居住建筑和公共建筑。选用高性能外窗是示范项目降低传热系数、减少透明围护结构对整体节能效果影响的重要途径。



图 2-22 被动式外窗

图 2-23 给出了示范项目的外窗热工性能。通过采用高性能的被动式外窗，传热系数均较《公共建筑节能标准》有大幅度降低。寒冷地区外窗的传热性能对冬季降低供暖需求有着重要的意义，本次寒冷地区示范项目的外窗传热系数在 $0.8-1.0 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ 之间，居住建筑和公共建筑分别满足《标准》中 $1.2 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ 和 $1.5 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ 的限值要求。夏热冬冷地区的外窗传热系数在 $1.2-1.6 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ ，居住建筑和公共建筑分别满足《标准》中 $2.0 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ 和 $2.2 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ 的限值要求。

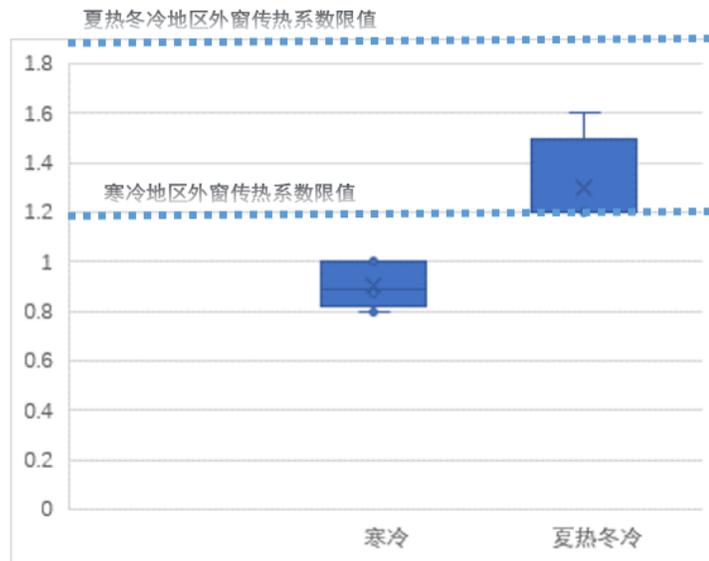


图 2-23 外窗热工性能

2.5.2 建筑整体气密性

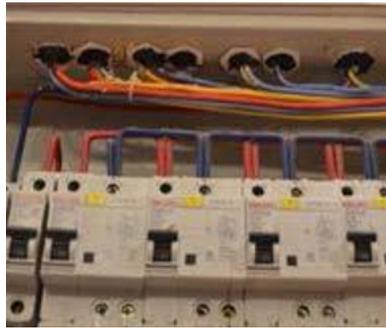
建筑的整体气密性是指建筑在封闭状态下阻止空气渗透的能力，用于表征建筑或房间在正常密闭情况下的无组织空气渗透量。现阶段建筑外围护结构的热工性能发展已越来越成熟，通过外围护结构温差传热导致的能耗可以大幅降低，因此，建筑的气密性将会成为围护结构传热的主要影响因素。此外，建筑气密性对室内的热湿环境质量、空气品质以及隔声性能的影响也至关重要，是近零能耗建筑的重要技术指标。

中国在建筑整体气密性方面的关注度较低，节能设计标准中只对建筑的局部构件的气密性（门和窗）做了限制，在实际的设计和施工过程中常常忽略建筑整体气密性的情况。《标准》根据不同的建筑类型、指标等级和气候区域对建筑整体气密性做出要求。超低、近零能耗居住建筑在严寒及寒冷区域的气密性限值为 0.6，公共建筑为 1.0，其余地区的居住建筑气密性要求均为 1.0，公共建筑无限制要求。

要满足建筑的气密性要求，房屋应具有包绕整个采暖体积的、连续完整的气密层。因此，为了使气密性能够达到规定要求，示范项目采用了以下主要措施来提高建筑的整体气密性：

- 在建筑设计中采用简洁的节点设计，尽量避免出现气密性难以处理节点
- 选用高性能门窗及玻璃幕墙
- 选择抹灰层、硬质的材料板（如密度板、石材）、气密性薄膜等构成气密层
- 通过一系列的精细化施工措施处理外围护结构的连接节点，如：选择适用的气密性

材料（如紧实完整的混凝土、气密性薄膜、专用膨胀密封条、专用气密性处理涂料等材料）做节点气密性处理，包括门窗与外墙的连接；穿墙管道的密封处理；安装开关插座孔洞的密封等等。外门窗与结构墙之间的缝隙应采用耐久性良好的防水隔汽膜。



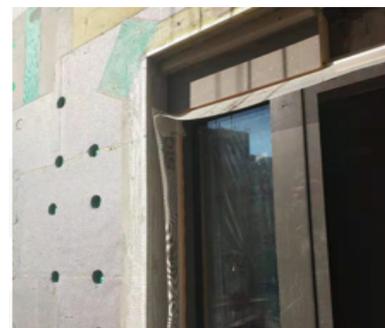
(a) 开关插座孔洞的密封处理



(b) 穿墙管道的密封处理



(c) 防水隔汽膜



(d) 窗口四周保温收口

图 2-24 气密性施工做法

图 2-25 给出了示范项目的建筑整体气密性的情况，通过采用高气密性门窗和整体气密性设计，有效的提升了建筑气密性， N_{50} 在 0.22~1.0 之间，均满足限值要求。其中河北卉原建材有限公司科研楼和天津生态城南部分区 15 号块地公屋二期 2B 期住宅项目的建筑整体气密性分别达到 0.22 和 0.3。《标准》虽然并未对夏热冬冷地区的公共建筑做出要求，但是该气候区的三个示范项目建筑整体气密性分别为 0.6 和 1.0。

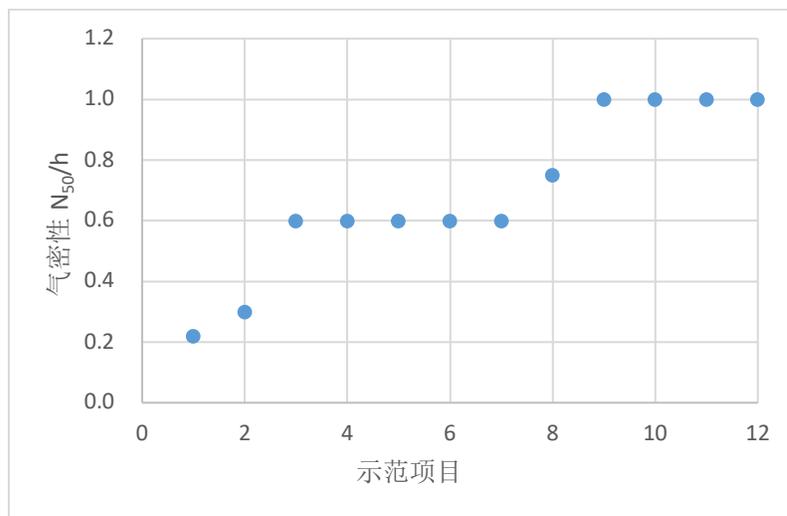


图 2-25 建筑整体气密性

2.5.3 被动式技术

通过优化建筑整体布局、采用高性能外窗和墙体，以及提升建筑的整体气密性等性能化设计，可以有效减少冬季供暖和夏季供冷需求。要进一步降低终端一次能源消耗，可通过遮阳、自然通风、自然采光等被动式技术手段降低建筑物的能量需求。图2-26是示范项目采用的被动式技术，包括自然采光，自然通风，遮阳以及通过绿色植物改善建筑微气候和环境品质等。

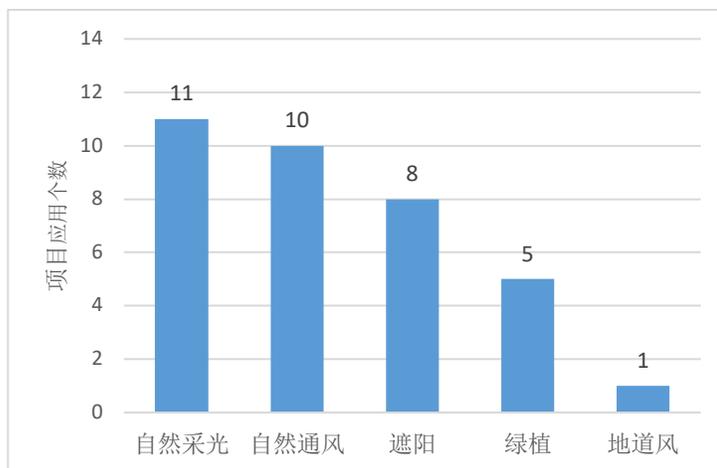


图 2-26 被动式技术应用

应用最广泛的被动式技术为：自然通风、自然采光、遮阳技术。

● 自然通风

自然通风首先要在建筑群总体规划阶段总体考虑，营造适宜微气候。其次要在建筑单体室内平面布局设计时充分考虑对自然通风的有效利用，合理布置了门窗位置。自然通风能够

有效降低夏季和过渡季的空调能耗，尤其适用于温带气候的很多建筑类型。根据夏热冬冷地区台州冠郡豪苑住宅项目的模拟数据，通过自然通风，制冷能耗在使用高性能围护结构的基础上再下降 8.4%。

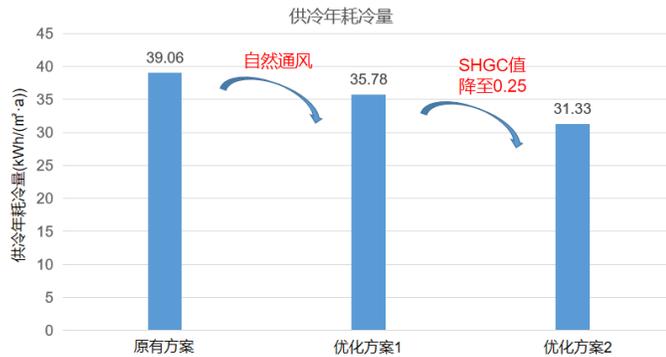
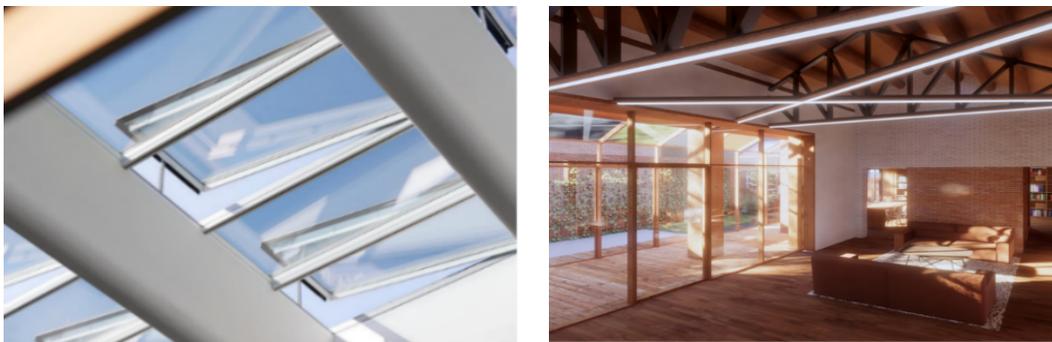


图 2-27 台州冠郡豪苑住宅项目供冷能耗

● 自然采光

自然采光强弱变化不定，需要了解在任一给定时刻的建筑基址上有多少日光可以利用，才能对天然光环境进行正确的设计和预测。自然采光的类型主要有侧面采光和顶部采光，对于一般的自然采光空间来说，应尽量降低近采光口处的照度，提高远采光口处的照度，使照度尽量均匀化。其中顶窗形成的室内照度分布比侧窗要均匀得多，主要用于公共建筑。侧窗是居住建筑中最易实现并最常用的采光形式。



(a) 顶部采光

(b) 侧面采光

图 2-28 自然采光

● 建筑遮阳

自然采光可以有效降低建筑的照明能耗，但是过多的太阳辐射可能会造成夏季房间的得热量增加，供冷需求增大。如何平衡好冬季自然得热、减少夏季太阳辐射得热和自然采光是设计中的关键问题。示范项目均通过模拟手段对建筑的光环境进行分析，优化了自然采光方案，实现了近零能耗的采光和遮阳的平衡。分别采用了建筑外置/中置、光伏构件及绿植遮阳

等方式。



图 2-29 遮阳技术

2.5.4 主动式技术

主动式技术主要以提升用能系统整体能效为主，它是被动技术设计和可再生能源系统之间的结合。建筑大量使用能源系统和设备，其能效的持续提升是建筑能耗降低的重要环节。节能设备对于减少建筑能源需求至关重要，应优先使用能效等级更高的系统和设备。图 2-30 给出示范项目中主要应用的主动式技术。

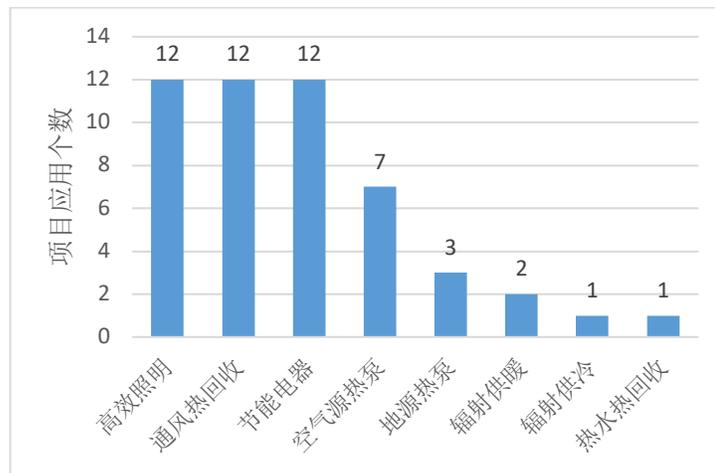


图 2-30 主动式技术应用

应用最广泛的能效提升系统为：热泵、新风热回收、高效照明。

● 高效冷热源系统

冷热源是建筑供暖空调系统的能耗主体，在同样满足建筑室内冷热需求的条件下，不同的冷热源方案最终的能耗通常也是不同的，对建筑总的能耗指标具有决定性意义。

热泵是达到近零能耗标准的一项重要技术，相比于传统空调，热泵不仅对制冷有要求（两联供机组），而且对制热能效有要求。热泵机组夏季制冷冬季制热，对比夏季中央空调制冷冬季燃气锅炉采暖的方式，全年运行费用比燃气锅炉加中央空调系统的运行费用节省 40% 以上，夏季制冷与风冷机组中央空调的运行费用几乎相等。部分项目采用了新风热泵一体机、能源环境一体机等高性能设备，可以进一步的提高能效。

● 高效照明系统

照明系统的能耗一般占建筑能耗的 20%-40%，作为绿色节能光源的代表，LED 照明成为最具市场潜力的行业热点。相对于技术更加成熟的光源，LED 照明节能在 70% 以上，光线质量高，基本上无辐射，属于典型的绿色照明光源。其应用在住宅中还可以减小室内发热量，降低室内空调负荷。自然采光配合 LED 灯具+智能照明系统是降低建筑整体能耗的有效途径。

● 新风热回收

设置高效新风热回收装置是近零能耗建筑的主要特征之一，不仅可以满足室内新风量供应要求，而且通过回收利用排风中的能量降低建筑供暖供冷需求及系统容量，实现建筑近零能耗目标。《标准》对新风热回收装置的换热性能要求为：显热交换率不低于 75%，全热交换率不低于 70%。所有示范项目均满足要求，热交换率最高可达 85%。

● 末端能效提升

在暖通空调系统中，采用毛细管顶棚辐射、辐射板、地台风盘、重力柜等多种空调末端形式，能够进一步提高能源系统效率。

2.5.5 可再生能源利用

《标准》根据不同的建筑等级对可再生能源利用率做出规定，对于近零、零能耗公共建筑和居住建筑的可再生能源利用率需大于 10%。从目前获得超低、近零能耗建筑评价标识的项目统计来看，建筑中使用热泵、太阳能光伏发电、太阳能热水等技术的比例较大。利用太阳能等可再生能源替代常规能源，解决建筑的采暖空调、热水供应、照明等，不仅能够降低建筑能耗，还有助于改善能源结构，。

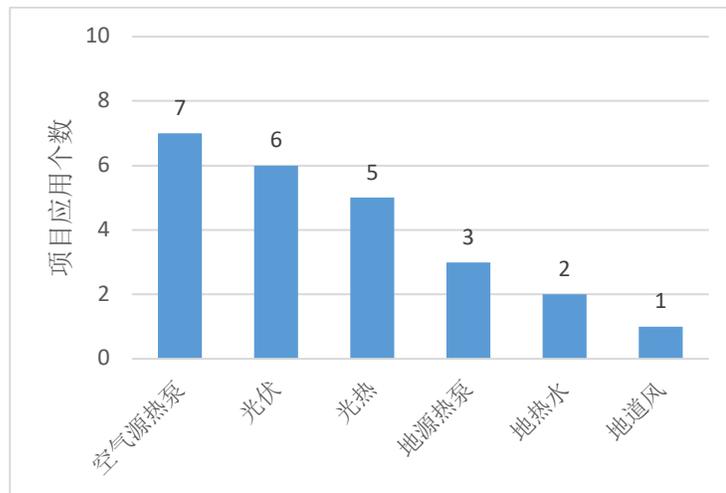


图 2-31 可再生能源利用情况

应用最广泛的可再生能源系统为：热泵、光伏发电、太阳能光热。

● 热泵

热泵的优点不仅限于提高能源系统的效率，其冷热源为空气、土壤等可再生能源。热泵作为高效利用可再生能源的技术手段，能效高，可同时供热供冷，还可以供应生活热水，能完美的匹配近零能耗建筑的需求。

● 光伏发电

随着全球能源短缺和环境污染等问题日益突出，太阳能光伏因其清洁、安全、便利、高效等特点成为各国普遍关注和重点发展的新兴产业。据统计自 2013 年起，我国光伏发电新增装机容量连续 4 年超过 10GW，稳居全球第一。在大力发展近零能耗建筑的背景下，光伏发电是实现建筑能耗平衡和替代的常用技术。获得近零能耗建筑标识的 6 栋建筑均安装了光伏发电系统。

● 太阳能光热

将春夏秋三季的太阳能储存起来，在冬季用于集中采暖和热水供应，是常见的太阳能光热系统形式。其技术路径符合近零能耗建筑高效能和可再生能源最大化利用的要求。示范项目中，水岸恬园二期 92#楼和天津生态城 15 号地块二期 2B 期两个住宅项目 80% 以上的生活热水由太阳能光热系统供应，天友·零舍绿色智慧乡村核心技术集成与示范项目由太阳能承担冬季供暖负荷。



光伏发电



太阳能光热

图 2-32 示范项目可再生能源应用

2.6 技术发展新趋势

随着近零能耗建筑技术体系逐渐完善，从早期的摸索尝试阶段逐渐向以实际应用转变。近零能耗建筑探索尝试的建筑形式范围逐渐扩大，既有建筑近零能耗改造，装配式+近零能耗建筑等新的探索逐步开始进行。为进一步提升近零能耗建筑设计标准，推动产业发展，全面覆盖，还需要对各类型建筑进行评价认证，鼓励其发展，使近零能耗建筑全方位，大面积的普及开来。

2.6.1 既有建筑改造探索起步

对于既有建筑，采取“大拆大建，推倒重来”的模式，易造成资源的极大浪费。通过对既有的建筑按照节能设计标准进行改造，使建筑物围护结构（含墙体、屋顶、门窗等）和供能系统的效率符合相应的建筑节能设计标准的要求，是减缓我国建筑能耗增长趋势的重要举措。

截止 2018 年全国累计改造面积为 15.96 亿平米，仍有大量建筑具备节能改造潜力。

未来我国的城镇化率将不断提高，新建和既有建筑改造面积都将直线上升，预计到 2050 年既有建筑改造面积将达到 150 亿平米。

近零能耗建筑作为我国建筑节能的终极目标，是势在必行的发展趋势。对于有条件达成标准的既有建筑直接进行近零能耗改造，不仅能够进一步提升建筑节能水平，还可以省掉近零能耗发展大趋势下二次改造的需求。

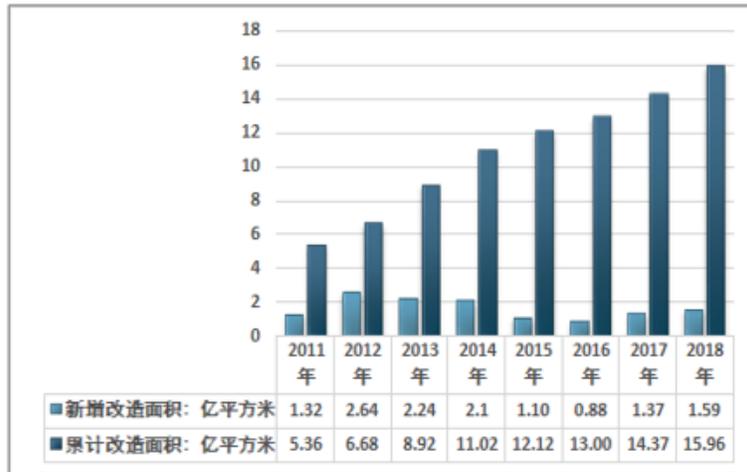


图 2-33 2011-2018 年我国改造节能建筑面积统计

示范项目近零能耗改造案例

(1) 北京市建筑设计研究院有限公司 C 座科研楼改造



图 2-34 北京市建筑设计研究院 C 座科研楼改造现场拆除和重建

改造方案:

加固和改造: 建设年代早, 老旧程度严重, 图纸缺失。根据建筑结构、管道等老旧程度, 结合近零能耗、绿色建筑等技术需求进行近零能耗改造, 探索老旧建筑近零能耗改造的技术形式。

局部拆除: 原有南向、东向外墙为保温填充墙, 拆除后整体改为复合式内保温外墙而不影响建筑外立面。

改变能源系统: 原本采用单位集中冷热源, 重新为建筑设置独立的空气源热泵系统提升能源使用效率。

(2) 天友·零舍 绿色智慧乡村核心技术集成与示范项目:

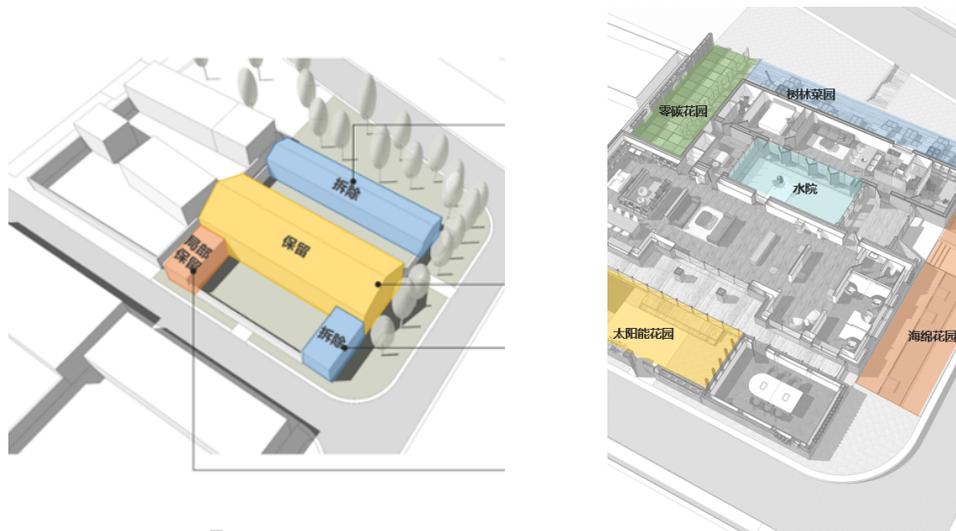


图 2-35 天友·零舍 绿色智慧乡村核心技术集成与示范项目改造方案

改造方案：

局部拆除、保留、改造：拆除北侧现状房屋和前院厢房，新建建筑采用装配式模块木框架形式，保留前院正房进行零能耗改造

被动式艺术化：改造维护体系、使用乡土建材、使用特色材料、空间艺术化、形成围合庭院式景观花园。

主动式技术化：太阳能采暖、空气源热泵和光伏发电技术集成应用，打造高可再生能源利用率的零煤耗乡建改造项目。

2.6.2 近零能耗+装配式渐成热点

装配式建筑采用工厂化制造，现场拼装的生产方式，大大减少了现场消耗人工量和原材料使用量，缩短建设周期，高度契合了近零能耗建筑节能减排、绿色环保的理念。这两项建筑发展的主要创新技术的结合成为我国建筑业科学发展的主要趋势。

2017年2月，住建部《建筑节能与绿色建筑发展“十三五”规划》提出到2020年，建设超低能耗、近零能耗建筑示范项目1000万m²以上。

2017年9月，《中共中央国务院关于开展质量提升行动的指导意见》明确要“因地制宜提高建筑节能标准，大力发展装配式建筑”。在未来10年，我国的装配式建筑在新建建筑面积中的比例将从目前的不足5%上升到30%。

2019年，装配式建筑+近零能耗建筑首次列入国家“十三五”课题中，获得关注。

2020年，北京市发布装配式建筑补贴等政策。

● 钢结构装配式近零能耗建筑

钢结构装配式建筑是在工厂生产建筑部品部件,到施工现场装配施工,不仅具有节能环保,减少污染的特点,钢结构还可循环使用,节约资源。因此,装配式建筑在未来有着巨大的空间,在政府发布规范政策和正确引导下,未来的装配式建筑将更快发展。

北京市建筑设计研究院有限公司 C 座科研楼改造项目不仅为既有近零能耗改造项目,同时也是装配整体式近零能耗建筑,通过现场拆除和加装箱体结构实现预应力装配整体式板柱体系。因其属于老旧办公楼改造项目,预制率相对较低。河北卉原建材有限公司科研楼为钢结构装配式超低能耗建筑。



北京院 C 座科研楼钢结构板柱体系



河北卉原建材科研楼钢结构体系

图 2-36 钢结构装配式体系

● 木结构装配式近零能耗建筑

现代木结构建筑作为一种自然的装配式建筑,更具有绿色环保,舒适耐久,保温节能、结构安全等性能。以仅使用钢筋和混凝土建材为基准建筑,木材生产阶段碳排放量可以降低 48.9%-94.7%,全寿命周期可节省 8.6%-13.7%的二氧化碳排放。

其中南京江北新区人才公寓(1号地块)项目 100%采用预制装配技术,预制率不低于 30%,预制装配率不低于 50%,在整体住区规划基础上,重点展示因地制宜的低碳建筑技术。天友·零舍绿色智慧乡村核心技术集成与示范项目同样采用木结构+装配式的外围护结构技术,采用的 SMART-6 装配箱建筑系统具有全装配、不焊接(全锚栓连接)的特点,全工厂预制现场吊装,有效缩短现场施工时间,更加绿色环保。

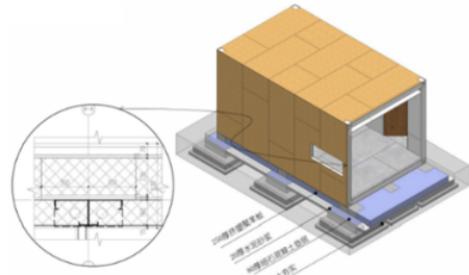


图 2-37 木结构装配式体系

2.6.3 产能建筑引发关注

通过使用可再生能源系统对建筑能源消耗进行平衡和替代是近零能耗建筑发展的重要趋势，而要实现真正的实现零能耗，建筑发电是必由之路。目前建筑发电最常见的形式就是光伏建筑，根据光伏方阵与建筑结合的方式不同，光伏建筑一体化可分为两大类：一类是光伏方阵与建筑的结合。另一类是光伏方阵与建筑的集成。如光电瓦屋顶、光电幕墙和光电采光顶等。光伏方阵与建筑的集成是 BIPV 的一种高级形式，它对光伏组件的要求较高。光伏组件不仅要满足光伏发电的功能要求，同时还要兼顾建筑的基本功能要求。



(a) 光伏方阵



(d) 薄膜光伏



(c) 光伏屋顶



(d) 光伏汉瓦

图 2-38 BIPV

本次评审中的 6 个近零、零能耗建筑均采用了太阳能光伏发电系统，光伏发电量占比建筑全年总能耗为 11.34%-221.27%。其中扬州仪征月塘镇田园服务中心住宿 B 楼、南京江北新区人才公寓（1 号地块）项目和天友·零舍 绿色智慧乡村核心技术集成与示范项目可再生能源利用率超过 60%，建筑大部分用能由可再生能源提供，对近零能耗迈向产能建筑起到良好的示范作用。

产能建筑案例

南京江北新区人才公寓（1 号块地）项目终端用电强度为 $51.1\text{kW}\cdot\text{h}/(\text{m}^2\cdot\text{a})$ ，光伏发电量为 $113.07\text{kW}\cdot\text{h}/(\text{m}^2\cdot\text{a})$ 。在大力打造直流配用电系统的大背景下，本项目为国内首个将直流微电网与商业休闲区配电相结合的范例，创新了户用型配供电模式。实现了微能源管理，直流微电网并网和负荷主动管理。



图 2-38 南京江北新区人才公寓项目零能耗核算

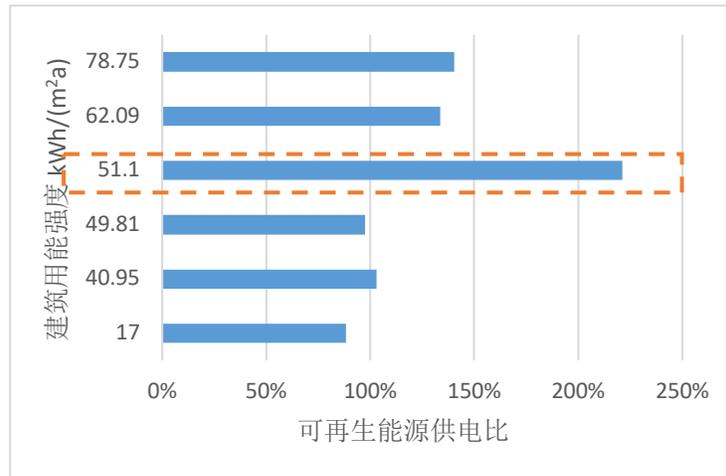


图 2-39 产能案例和 ZE 认证建筑对比

2.7 小结

1. 相比欧美等国家，我国现阶段近零能耗建筑起步晚，还有巨大的发展空间。随着我国近零能耗建筑标准、技术、设计、施工、认证和运行管理体系的不断完备，建筑节能行业应抓住机遇，规模化推广超低、近零能耗建筑，启动零能耗建筑试点示范，同时对既有建筑物

大比例实行深度节能改造。

2. 技术路线逐步清晰，发展新趋势逐步显现。通过中国建筑科学研究院评价的首批 12 栋获得超低、近零、零能耗建筑评价标识项目可以看出，适用于我国的近零能耗建筑技术体系正在逐步清晰，关键核心技术都有突破。同时，近零能耗建筑发展出现新趋势，既有老旧建筑近零能耗改造逐渐起步，装配式建筑技术与近零能耗建筑融合成为行业热点，零能耗建筑示范已经可以达到国际先进水平。

3. 近期政策井喷，行业不断向好，通过第三方认证引领项目健康发展。2015-2019 年 7 个省及自治区 13 个城市的发布 28 项超低能耗建筑激励政策，包括明确规划目标、资金奖励、容积率奖励、用地保障、商品房价格上浮、科技支持与流程优化等 15 个具体措施。通过激励政策落地，项目必将快速大幅增加，加强对既有项目的第三方评价，将对近零能耗建筑的质量保证、效果检验、行业宣传、社会受众认知起到重要推动作用。

4. 推动近零能耗建筑，助力建筑节能产业升级。现阶段我国近零能耗建筑产业规模较小，部分产品以进口为主，可通过关键部品和设备本土化、产业化，例如外窗、保温材料、热回收和冷热源设备等，通过产业集群推动产业升级、技术创新，创立自主品牌，进而带动产业链上下游的发展，形成新的经济增长点。

3. 近零能耗产业发展与节能潜力研究

3.1 示范项目概况与能耗控制指标

3.1.1 总体情况

中国建筑科学研究院研究团队收集了我国已建成、在建的超低能耗建筑示范项目，并对其中具有代表性的 64 个项目展开技术经济分析。64 个项目分别于 2012—2019 年期间建成，其中建筑类型涵盖居住建筑、办公建筑、学校建筑等常规建筑类型，以及康复中心、展览馆等特殊功能建筑。图 3-1 给出了各示范项目开建年份分布。

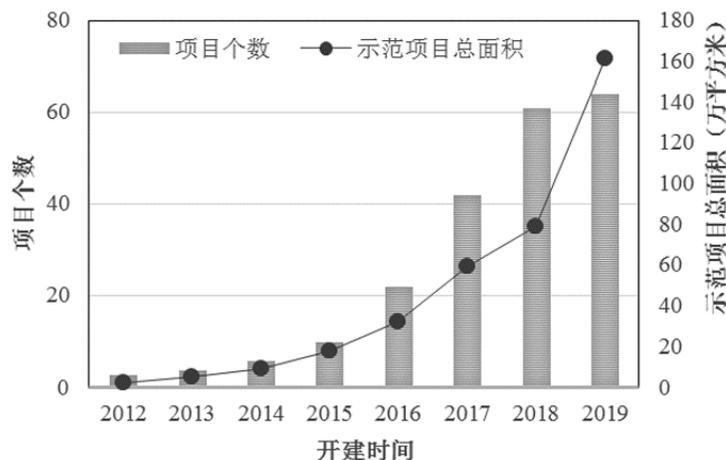


图 3-1 示范项目开建时间

从图 3-1 可以看出，2014 年底我国示范项目总面积仅为 4.7 万 m^2 ，2015—2016 年期间示范项目数量开始呈现快速增长态势，至 2018 年底，收集示范项目面积超过 160 万 m^2 。由于示范项目收集的地域和类型限制，考虑到石家庄、郑州等政策对行业的推动作用，估算至 2019 年底，全国超低/近零能耗建筑总面积应已达 800 万 m^2 。

表 3-1 给出各类型示范项目气候区分布，可以看出项目主要分布在严寒和寒冷地区，示范项目个数 55 个，示范面积 139.31 万 m^2 ，占统计示范项目总面积的 86.7%，夏热冬冷和夏热冬暖地区目前尚处于尝试阶段，主要以办公建筑和小型居住建筑为主，9 个示范项目中有 7 个已经入住并取得良好的运行效果。

表 3-1 示范项目气候区及建筑类型分布统计（面积单位：万 m²）

	严寒		寒冷		夏热冬冷		夏热冬暖	
	总面积	个数	总面积	个数	总面积	个数	总面积	个数
居住建筑			108.90	21	17.55	2	0.15	1
办公建筑	2.24	6	22.09	17	3.50	3		
展览建筑			0.96	2	0.30	2		
学校建筑			3.02	5			0.67	1
酒店建筑			0.80	1				
档案馆			1.07	2				
交通枢纽			0.23	1				
总计	2.24	6	137.07	49	21.35	7	0.82	2

图 3-2 给出不同建筑类型的示范项目面积，早期尝试阶段仍然以居住建筑和办公建筑为主，64 个示范项目中居住建筑和办公建筑总面积为 154.43 万 m²，占示范项目总面积的 96.1%。随着技术的不断成熟，展览馆、档案馆、学校等公共建筑也在逐步探索过程中，部分企业出于战略影响力考虑，将其员工宿舍楼、办公楼等进行超低能耗建筑尝试，起到较好的示范作用。

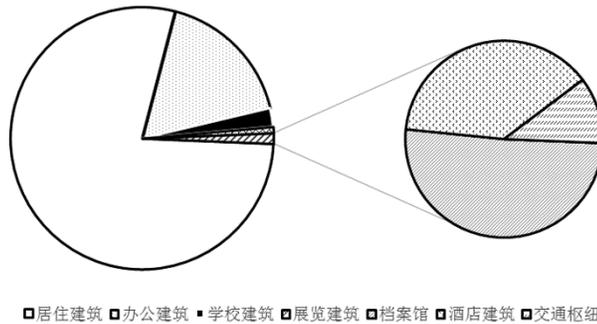


图 3-2 不同建筑类型示范项目分布（万 m²）

3.2 技术应用

从现有示范项目所应用的技术体系来看，我国超低能耗建筑发展的主要技术路线：以高性能围护结构和建筑整体气密性提升建筑保温性能，以遮阳、自然通风、自然采光等被动式技术手段降低建筑冷热负荷；同时通过合理优化建筑用能系统，

提升建筑整体能效，实现超低能耗建筑；通过可再生能源补充实现近零能耗或零能耗建筑。

3.2.1 非透光围护结构

目前示范项目围护结构采用的保温材料主要为岩棉、XPS、EPS，以及真空绝热板等，其中使用最为普遍的仍然是岩棉和XPS。岩棉由于其较高的抗冲击性和良好的耐火防潮性能，以及较低的价格，在超低能耗建筑市场中一直占有较高的份额，64个示范项目中有48个示范项目使用岩棉；XPS板的完全闭孔式发泡化学结构与其蜂窝状物理结构，使其具有轻便、耐久、高强度的特点，有33个示范项目采用；EPS因具有较好的憎水性和耐久性，在建筑领域的应用也日益增多，64个示范项目中有17个示范项目采用；值得一提的是，随着超低能耗建筑体量日益增大，功能日益复杂，同一项目通常会采用多种保温材料，根据对64个示范项目的研究统计，有45个示范项目根据建筑不同构造采用多种保温材料构建建筑整体保温系统，具体见图3-3。

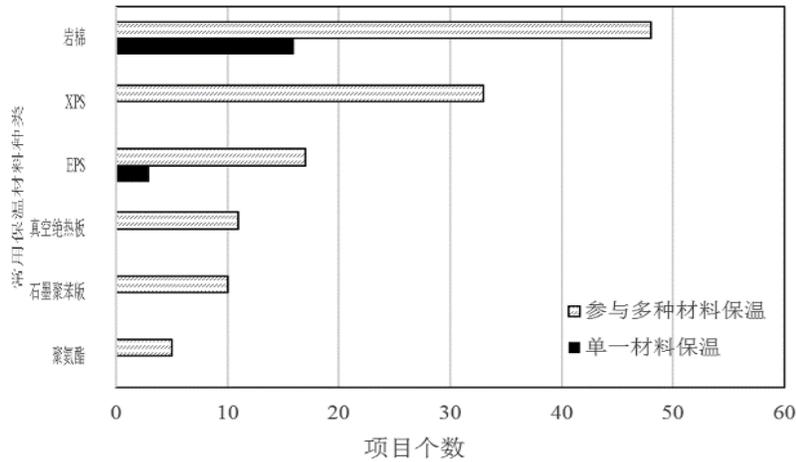


图 3-3 保温材料使用情况

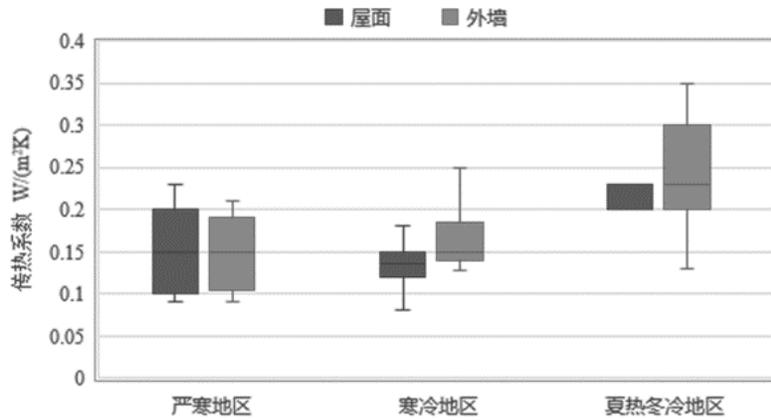


图 3-4 示范项目非透明围护结构性能参数

图 3-4 给出目前示范项目非透明围护结构保温性能，严寒和寒冷地区屋面传热系数控制在 $0.2\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{a})$ 以下，较现行节能标准提升 55~60%，外墙传热系数控制在 $0.17\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{a})$ 以下，较现行节能标准提升 65%-80%。夏热冬冷和夏热冬暖地区外墙传热系数较严寒和寒冷地区相比，围护结构性能稍有放松，但仍远高于现行节能标准。

3.2.2 外窗性能

图 3-5 给出示范项目外窗传热系数，严寒和寒冷地区外窗的传热性能对冬季降低供暖需求有着重要意义，目前我国北方地区示范项目外窗传热性能基本可以达到 $0.8\text{--}1.0\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{a})$ ，较现行节能标准提升 58%-60%。夏热冬冷和夏热冬暖气候区示范项目传热系数也控制在 $1.2\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{a})$ 以下，较现行节能标准提升 40%。

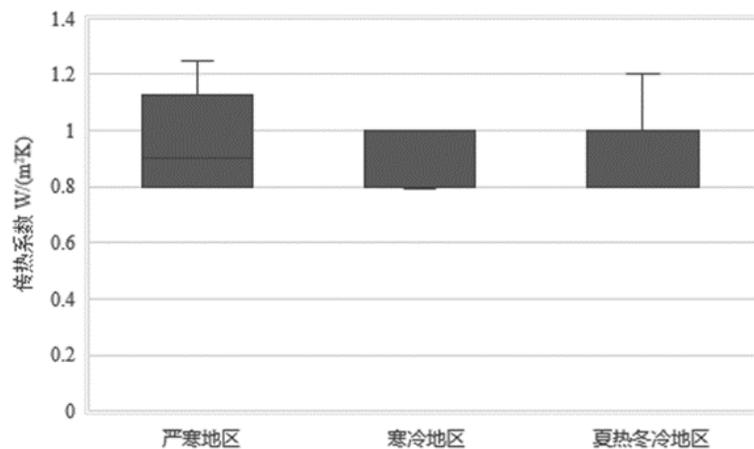


图 3-5 示范项目外窗传热系数

3.2.3 被动式建筑设计

通过对被动式技术的统计可以发现，目前我国不同气候区示范项目的被动式技术体系已经初步形成，除采用高性能外窗和墙体外，自然通风、外遮阳和自然采光是减少空调负荷和照明能耗的有效途径，同时，被动式手段的应用可以大幅提升室内环境的舒适度。

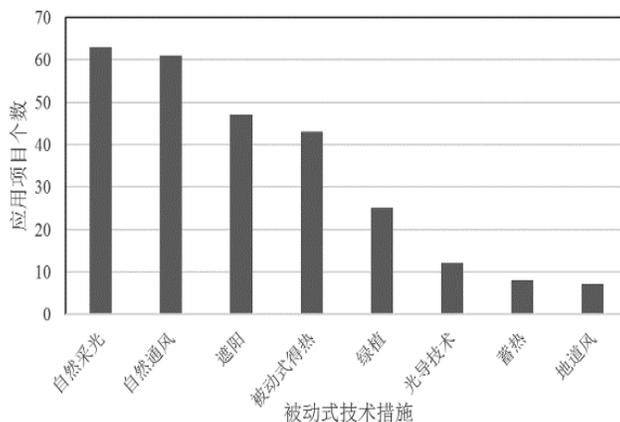


图 3-6 示范项目被动式技术措施统计

图 3-6 给出示范项目所采用的主要被动式技术措施统计，其中 63 个项目强化了自然采光设计，61 个示范项目在建筑设计阶段注意协调和利用自然通风降低冷热负荷；47 个示范项目采用建筑外遮阳和中置遮阳；绿植主要统计通过大面积生态绿植壁面等方式调节室内温湿度，营造舒适的室内声场环境，目前主要是公共建筑中对绿植提出明确要求。除前述较为常用的被动式措施外，光导技术、蓄热技术及地道风设计由于受限于应用建筑体量，目前尚处于尝试阶段，统计中有 12 个示范项目采用光导管，8 个项目采用楼板蓄热活储热罐蓄热系统，7 个项目采用地道风设计有效降低热负荷。

3.2.4 主动式技术

主动式技术应用方面，超低能耗建筑主要集中于提升用能系统整体能效。图 3-7 给出示范项目中主要应用的主动式技术，包括空调系统和末端形式。

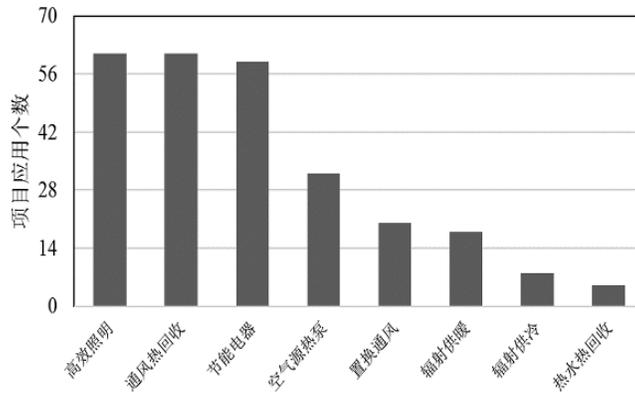


图 3-7 示范项目主动式技术措施统计

通过图 3-7 可以看出，高效照明和节能电器是降低建筑整体能耗的有效途径，由于超低能耗建筑高气密性的特点，机械通风系统须配有热回收装置，目前示范项目中 61 个项目在机械通风系统中采用热回收装置，热回收的全热回收效率可以达到 75%。

3.2.5 可再生能源利用

根据《导则》要求，可再生能源应用并非强制性要求，因此目前已建成示范项目的可再生能源应用还处于尝试探索阶段。图 3-8 为示范项目可再生能源的应用情况，从图中可以看出，可再生能源的应用主要集中于太阳能光伏利用、光热利用和热泵系统。其中办公建筑中多应用地源热泵系统，居住建筑应用中多应用空气源热泵。

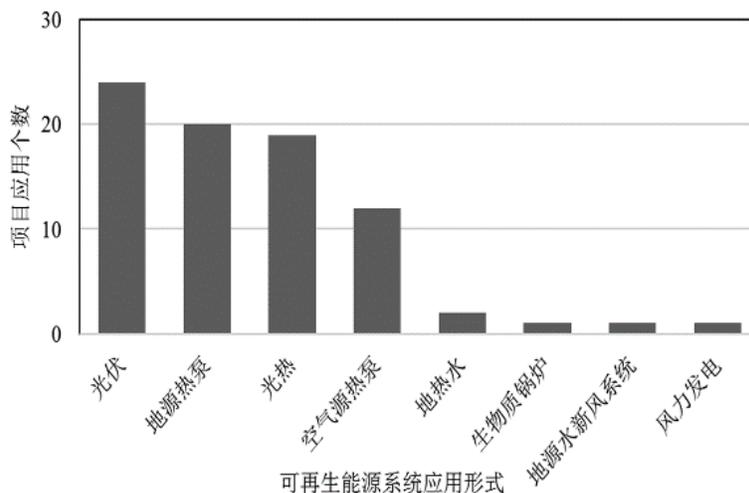


图 3-8 可再生能源系统应用

根据统计，目前居住建筑可再生能源提供量占建筑年能耗的 10-25%，供能主要集中于冬季采暖和生活热水；办公建筑可再生能源提供量占比较高，占 35-55%，部分示范项目可以实现零能耗。

通过对示范项目进行技术分析，可以看出，早期我国超低能耗示范项目所采用的技术体系较大程度借鉴德国被动房技术体系，随着建筑体量逐渐增大，气候区不断扩展，技术相对成熟，建筑形式更加丰富，已逐渐形成自己的多样化技术体系。

3.3 示范工程增量成本研究

3.3.1 发展趋势

对示范项目增量成本进行统计可以发现，我国超低能耗示范项目的增量成本呈逐年下降的趋势，如图 3-9 所示。其中居住建筑由于技术和市场逐渐成熟，增量成本从 1 300 元/m²，降至 600 元 m²，降幅达 53.8%，办公建筑增量成本从 1 620 元/m²，降至 800 元/ m²，降幅 50.6%，学校类建筑增量成本主要集中在围护结构和空调新风系统方面，增量成本从 1 540 元/ m²，降至 1 000 元/ m²，降幅 35.1%，公共建筑由于建筑形式、建筑体量变化较大，增量成本可能由于建筑外形、功能设计复杂而存在较大的差异性。从 2016-2018 年间示范项目的整体发展情况来看，经过不断尝试，近零能耗建筑技术体系逐渐建立，从早期的完全摸索尝试阶段逐渐向以实际应用转变，示范项目也逐渐从多能源系统形式转向最适能源系统。需要说明的是，2016 年统计的项目中很多为 2012 年开始建造的示范性建筑，因此增量成本相对偏高；同时、2017、2018 年间，夏热冬冷地区项目增多，此气候区示范建筑增量成本较寒冷地区相对降低。

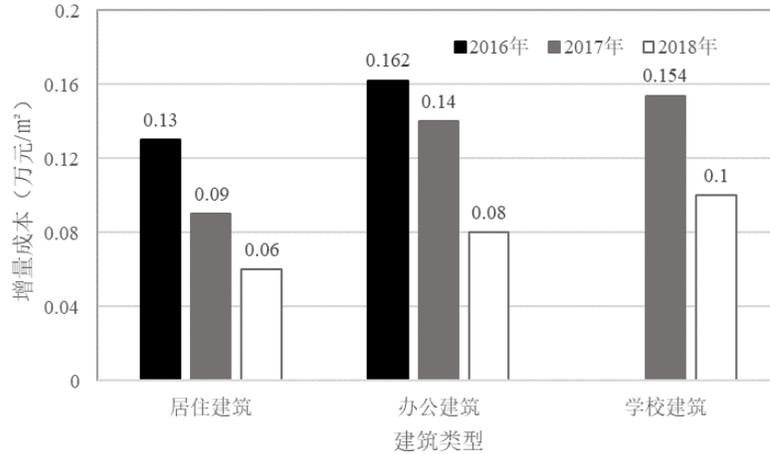


图 3-9 示范项目增量成本统计

3.3.2 增量成本分布

图 3-10 给出不同类型示范项目的增量成本分布。从图中可以看出，被动式技术依然是增量成本的主要来源，占总增量成本的 47%~66%，其中对于居住建筑来说由于其他能源系统需求相对简单，被动式技术增量成本占比较为突出；主动式技术所产生的增量成本占 8%~20%，主要是由于末端系统复杂程度的增加，办公建筑中可再生能源系统占比较其他类型建筑相对较高，学校建筑由于在对人员新风处理有一定要求，新风及空调系统部分的增量成本相对较高；可再生能源应用所带来的增量跨度较大，占 8%~45%。随着建筑部品逐渐升级，产业逐渐形成，部品成本逐步降低，被动式技术成本增量将逐渐降低。

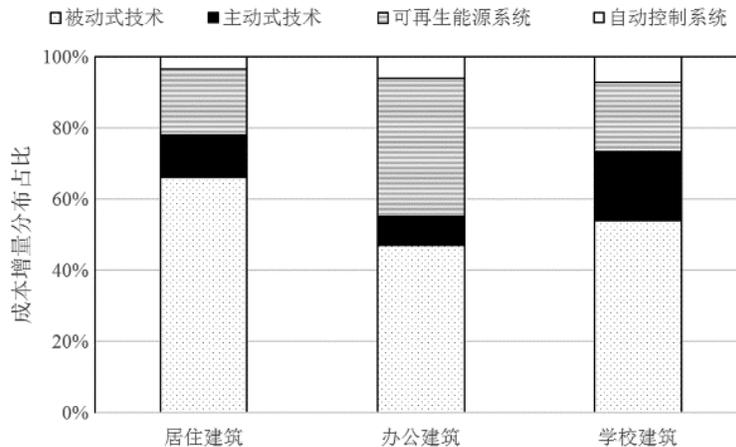


图 3-10 示范项目增量成本分布

3.4 产业容量研究

由于近零能耗建筑技术的应用使得建筑的初期成本高于普通建筑，虽然使其成为了推广过程中的制约因素，但是随着建筑节能工作的不断推进，近零能耗建筑的规模化推广是建筑节能的必然发展趋势。这一过程不仅有利于降低建筑能源消耗，提升室内环境品质，支持应对气候变化的宏观目标，同时也能创造出更大的经济效益。随着近零能耗建筑技术广泛应用于单体建筑、民用建筑、公共建筑、多层建筑和高层建筑领域，将为整个行业带来亿万级的市场规模。

近零能耗建筑的产业容量由增量成本和建筑面积共同决定，这两个因素的发展趋势对产业容量的估算至关重要。其中增量成本是相对常规建筑而言，这里的常规建筑是指达到现行强制性节能标准的同类建筑。由于我国建筑节能标准的不断提升，近零能耗建筑和普通建筑的能效水平不断接近，近零能耗建筑的增量成本将会不断下降。

3.4.1 普通建筑能效水平

自上世纪 80 年代初我国开始组织建筑节能工作，目前已建立覆盖五个气候区、工程建设全过程的节能标准体系。2015 年末，我国建筑节能“三步走”的战略完成。严寒和寒冷地区居住建筑节能设计达到相对于上世纪 80 年代建筑节能 65% 的水平，全国范围公共建筑节能设计达到相对于上世纪 80 年代 65% 的水平。

根据住建部印发的《建筑节能与绿色建筑发展“十三五”规划》，明确指出了建筑节能与绿色建筑发展的具体目标是城镇新建建筑能效水平比 2015 年提升 20%，对既有建筑节能工作有序推进，既有居住建筑中节能建筑所占比例超过 60%。依据该目标，2020 年建筑节能水平相对于上世纪 80 年代可达到 72%，未来 2020-2050，建筑节能标准还将不断加快提升。未来 2020-2050 时间段内，我国建筑节能水平若能实现每五年规划期内均可提升 20%，至 2050 年将达到 92.56%，相当于近零能耗建筑体系的能效水平。在基础情境下，2050 年我国建筑部门新建建筑的能效标准可全面实现近零能耗指标体系。

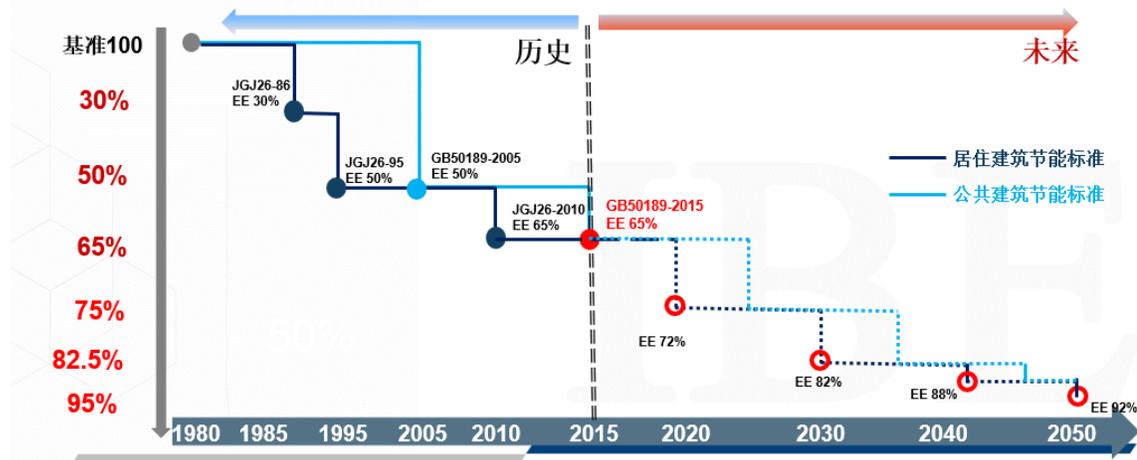


图 3-11 普通建筑能效发展趋势

3.4.2 近零能耗建筑增量成本下降趋势

根据前文中对近几年近零能耗建筑增量成本的分析，2018 年近零能耗居住建筑的增量成本降至 600 元/m²，公共建筑降至 1000 元/m²，结合近两年示范项目经济技术分析，从技术发展的角度来看，以节能率为 65% 的普通建筑成本为基准，近零能耗建筑的增量成本大致保持在 600-1000 元/m²。而随着普通建筑能效水平的不断提升，建造成本不断提高，近零能耗建筑的增量成本持续下降，至 2050 年，我国新建建筑节能率达到近零能耗建筑水平，近零能耗建筑增量成本将为 0 元/m²，见图 3-12。

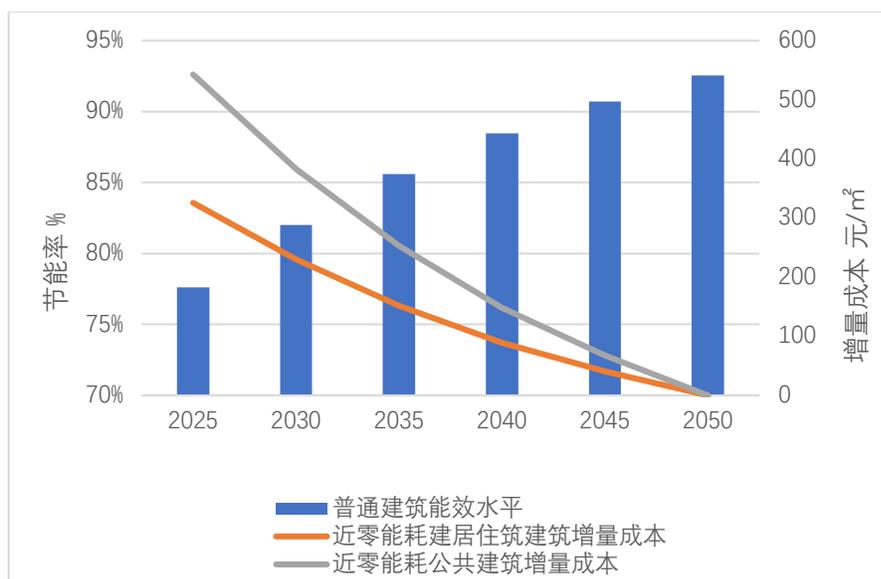


图 3-12 近零能耗建筑增量成本

3.4.3 建筑面积增长趋势

快速城镇化带动建筑业持续发展，我国建筑业规模不断扩大。从 2001 年到 2016 年，我国建筑营造速度不断增长，城乡建筑面积大幅增加，每年的竣工面积均超过 15 亿 m²，2016 年的建筑竣工面积达到 25.9 亿 m²。竣工面积中住宅建筑约占 66%，公共建筑约占 34%。逐年增长的竣工面积使得我国建筑面积的存量不断高速增长，2016 年我国建筑面积总量约为 581 亿 m²，其中城镇住宅建筑面积约为 231 亿 m²，农村住宅建筑面积 233 亿 m²，公共建筑面积 117 亿 m²。与 2001 年比，我国建筑面积增加了接近一倍，城镇住宅与公共建筑为主要的增长部门。

从人均建筑面积来看，我国人均住宅面积为 33 m²/人，人均公共建筑面积不足 10 m²/人，与大部分发达国家相比还有较多的提升空间，随着我国经济水平不断发展，人均建筑面积的需求量将继续升高，假设在严格控制的情况下，2050 年城市人均居住面积将达到 35m²/人，人均公共建筑面积应控制在 18m²/人以内，人均建筑面积自 2016 年起保持线性增长，可推导出城市居住建筑和公共建筑建筑面积的发展趋势(表 1)。

表 3-2 建筑面积发展

	2025	2030	2035	2040	2045	2050
居住建筑面积（亿 m ² ）	292	317	336	355	372	387
公共建筑面积（亿 m ² ）	162	182	200	218	234	249

3.4.4 计算方法

由于增量成本近零能耗建筑的增量成本随时间变化，因此需分时间段分别计算产业容量后进行累计计算：

$$TAM = \sum_i \sum_k A_{i,k} IC_{i,k}$$

其中， TAM 为 2020-2050 年累计形成市场总容量； A 代表相比上一时间段新增的近零能耗建筑面积， IC 代表近零能耗建筑的增量成本； i 表示时间， k 表示

建筑类型，包括居住建筑和公共建筑。

3.4.5 情景设定

依据每五年规划内我国建筑节能水平在原有基础上提升 20% 的情景设定，2050 年我国建筑能效水平标准可达到近零能耗建筑水平，但具体的发展程度、既有老旧建筑能否完全按照近零水平进行改造完成并不明确。因此，本节构建了三种情景来估算发展近零能耗建筑可能为行业带来的市场容量，具体情境见表 2。在 BAU 情境下，因部分老旧小区改造困难等原因会导致存在少量建筑无法满足近零能耗水平，在快速发展和跨越式发展情境下，分别于 2045 年和 2050 年实现建筑部门近零能耗建筑水平。

表 3-3 不同模式下近零能耗建筑占比

	2025	2030	2035	2040	2045	2050
跨越式发展	30%	50%	70%	90%	100%	100%
快速发展	20%	35%	50%	70%	90%	100%
BAU	10%	20%	35%	50%	70%	90%

3.4.6 结果分析

图 3-13 显示了到 2050 年的三种可能的市场容量发展路径，不同的建筑发展战略将会带来不同的市场前景。到 2050 年，三种情境下分别能够带来 6.97、10.67 和 14.28 万亿元的市场总容量。

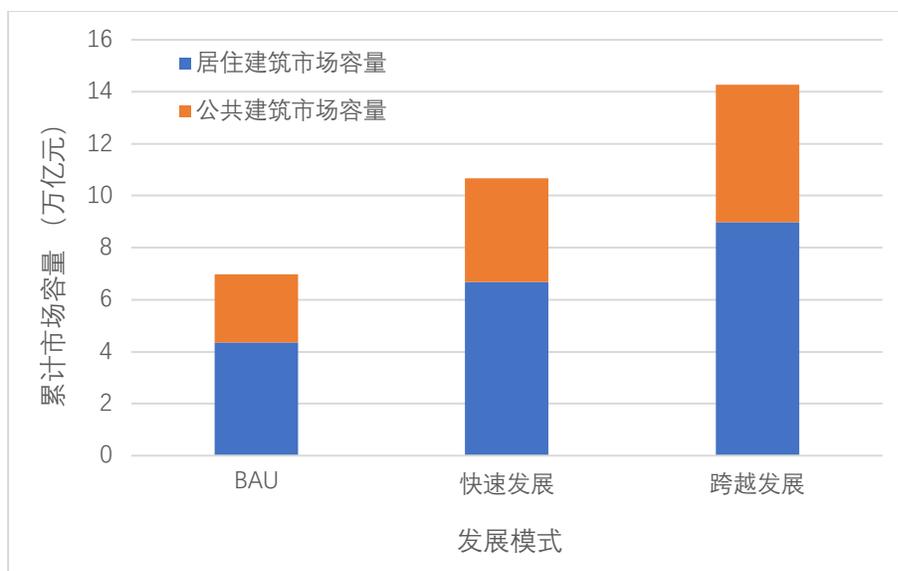


图 3-13 市场总容量

现阶段我国近零能耗建筑产业规模相比欧美等发达国家较小，部分产品以进口为主，在近零能耗建筑规模化的推广过程中，应同时通过关键部品和产品本土化、产业化，产业集群推动产业升级、技术创新，创立自主品牌，将发展近零能耗建筑带来的市场容量作为中国的新经济增长点，带动本土产业链上下游的发展。

3.5 近零能耗建筑碳排放

根据国际能源署（International Energy Agency, IEA）的核算，2018 年全球建筑运行能耗约占社会总能耗的 30%，二氧化碳排放占总排放的 28%。2018 年，我国建筑运行的总商品能耗为 10 亿 tce，约占全国能源消费总量的 22%，建筑运行相关二氧化碳排放占我国全社会 CO₂ 排放量的 20%。2015 年 12 月联合国气候变化大会（UNCCC）通过《巴黎协定》：本世纪全球平均气温上升幅度控制在 2℃ 以内，并将全球气温上升控制在工业化时期水平之上 1.5℃ 以内。大会首次将建筑节能单独列为会议议题。展望未来，我国新建建筑数量或将保持高速增长，这将对建筑行业兑现《巴黎协定》目标设置障碍。因此，不断降低建筑能耗、提升建筑能效和利

用可再生能源、推动建筑迈向超低能耗、近零能耗和零能耗始终是建筑节能领域的中长期发展目标，是应对气候变化的重要手段之一。

我国许多研究学者探讨了建筑节能措施在应对气候变化减缓方面的作用。研究从建筑物中的可再生能源利用、供暖策略、建筑领域总能耗等方面着手，对建筑运行能耗的中长期发展和影响展开研究。发改委能源所使用综合 IPAC-LEAP 模型对我国建筑的低碳发展及节能政策路线图展开研究。研究结果显示，建筑一次能源消耗将在 2040 年达到峰值，约 8 亿吨标准煤。彭琛的研究显示，在考虑人口，城市化率和总建筑量的影响的条件下，应将我国建筑能耗控制在 11 亿吨标准煤以下。发改委能源所指出，建筑能耗将在 2031 年达到峰值，达到 13.7 亿吨标准煤。近期的研究显示，尽管建筑行业的终端能源消耗在协同减排情景下保持低增长率，但直到 2050 年中国才会出现能源需求高峰。

尽管许多研究都评估了不同政策建议下我国建筑领域的节能潜力，但对于建筑领域的能耗及碳排放达峰时间尚无共识。此外，基于我国建筑节能发展历史、我国国情以及国际形式，近零能耗建筑将成为我国建筑节能领域的中长期发展目标。近零能耗建筑将大幅度降低建筑领域能源消耗，改变能源消费侧用能结构，但目前尚无近零能耗建筑对我国建筑领域碳排放节能潜力影响的研究。本研究将利用近零能耗建筑碳排放计算模型，分析模拟不同规模化发展情境下，将超低能耗、近零能耗及零能耗建筑作为中长期发展目标，我国建筑领域减排潜力，从而推动近零能耗建筑从单体向规模化发展。

3.5.1 方法与数据

(1) 模型

近零能耗建筑中长期碳排放模型采用自主开发的近零能耗建筑能耗预测模型对建筑领域能耗进行预测，在此基础上，计算 CO₂ 排放量和节能减排潜力。考虑我国南北地区冬季供暖方式的差别、城乡建筑形式和生活差别，模型将建筑用能分为三大类，分别为北方城镇供暖用能、城镇住宅用能和公共建筑用能。模型不考虑农村住宅用能。此外，虽然建筑能耗包含采暖、空调、照明、炊事、生活热水、家电等，但是由于节能标准的技术措施包括被动式设计降低建筑用能需求，提升主动式

能源系统和设备能效，利用可再生能源对建筑能源消耗进行平衡和替代，因此节能标准的提升主要影响的是建筑采暖、空调和照明的能耗。炊事、生活热水、家电等方面的能耗与居民生活水平、生活习惯等方面有关，并不受建筑节能标准约束，因此模型仅考虑建筑中采暖、空调和照明的能耗及碳排放。

(2) 能源消费计算

建筑领域的能源消费需求可根据建筑面积以及建筑单位用能强度计算得到。通过给定人口总量、城镇化率以及人均建筑面积，对建筑面积进行预测。由于我国幅员辽阔，各地区气候差异巨大，不同气候区的建筑用能强度也有所不同，因此按照国家标准《建筑气候区划标准》GB50178-93 将建筑划分为严寒、寒冷、夏热冬冷、夏热冬暖以及温和五个气候区，用脚标*i*表示。建筑类型包括既有建筑 (existing)、超低能耗建筑(ultra-low)、近零能耗建筑(NZEB)、零能耗建筑(ZEB)。既有建筑是指按照既有建筑节能标准建造的建筑。此外，脚标*k*表示居住建筑和公共建筑。

$$E_{building} = \sum_i \sum_k e_{existing,i,k} A_{i,k} f_{existing} + e_{ultra-low,i,k} A_{i,k} f_{ultra-low} + e_{NZEB,i,k} A_{i,k} f_{NZEB} + e_{ZEB,i,k} A_{i,k} f_{ZEB} \quad (1)$$

其中，*E*为建筑能耗总量 (kgce)；*e*为建筑能耗强度 (kgce/m²)；*A*为建筑面积 (m²)；*f*为不同建筑类型占比。

(2) CO₂ 排放计算

建筑领域的 CO₂ 排放包含建筑运行过程中的直接 (煤、油、天然气) 或间接 (电力、热力) 消费的能源排放之和，可根据建筑领域消费的各类能源与碳排放系数计算得到。

$$C_{building} = \sum EC_j F_j$$

3.5.2 情景设置

目前，部分省市及自治区在相关政策文件中明确规定了“十三五”时期、“十四五”时期和到 2035 年的短、中、长期近零能耗建筑发展目标。“十三五”时期近零能耗建筑规划目标共计 1161.2 万平方米，超过《建筑节能与绿色建筑发展十三五规划》中提出 1000 万平方米的建设目标；河北省和青岛市提出了“十四五”时期

近零能耗建筑的规划面积目标共 1300 万平方米；保定市和青岛市给出了 2035 年近零能耗建筑面积规划长期发展目标共 1800 万平方米。可以看出近零能耗建筑在全国范围内的规模化推广态势已经逐步出现并迅速发展。

为了探索中国建筑节能和减排的可能途径和政策选择，根据中国目前的经济和社会发展状况，研究分别设置基准（BAU）、稳步发展（S1）和高速发展（S2）三种发展情景。具体情景假设及各类建筑占比如表 1 所示。

表 3-4 情景设置

		2015	2020	2030	2050
基准	既有	100%	100%	100%	65%
	超低能耗	0%	0%	0%	20%
	近零能耗	0%	0%	0%	10%
	零能耗	0%	0%	0%	5%
S1 - 稳步发展	既有	100%	100%	99%	40%
	超低能耗	0%	0%	1%	30%
	近零能耗	0%	0%	0%	20%
	零能耗	0%	0%	0%	10%
S2 - 高速发展	既有	100%	100%	94%	10%
	超低能耗	0%	0%	5%	40%
	近零能耗	0%	0%	1%	30%
	零能耗	0%	0%	0%	20%

3.5.3 数据来源

模型以 2015 年作为基准年，关键参数设定见表 2。模型根据自 2001 年起 15 年的历史数据，并维持其发展趋势，得到既有建筑能耗强度[14]。对于超低和近零能耗建筑的能耗强度，此处使用的是目前我国近零能耗最佳案例的能耗强度平均值。能耗强度仅包括供热、供冷和照明。对于零能耗建筑，由于建筑物的能耗约等于所产生的可再生能源总量，因此能耗强度为 0。根据近零能耗建筑最佳案例，对于居住建筑，不同气候区的供暖和供冷需求相差很大，但总体而言，不同气候区的总体建筑能耗强度相近。此外，对于公共建筑，能耗强度更多的由建筑类型（如旅馆，

办公楼，医院等）决定，而非气候区，因此模型假设不同气候区的超低/近零能耗公共建筑的能耗强度相同。需要注意的是，由于被动式技术措施的应用，近零能耗建筑的热负荷大幅降低，因此普遍不需要接入市政热网，仅通过电力消费满足建筑所需的供暖需求。

由于模型仅考虑建筑中采暖、空调和照明的能耗及碳排放，因此对于既有建筑中的城镇居住建筑及公共建筑而言，建筑消耗的能源类型主要包括电、从热电厂和锅炉房来的热力以及建筑直接消耗的天然气。对于城镇住宅建筑而言，除去北方地区采暖，主要消耗的能源为电和天然气，占比分别为 89.4%与 10.6%[15]。考虑到目前天然气占比已经较高，进一步增长空间较小，因此模型假设未来城镇住宅中的能源结构与 2015 年相同。对于公共建筑，绝大部分能耗来自于电耗，未来天然气的用量会进一步提升，但考虑到天然气价格高、有短缺风险等因素，因此，公共建筑未来的能源结构也仍以电为主。

电力和热力相同，可以通过追溯其一次能源来源来分析计算碳排放量。截止 2016 年底，我国北方地区取暖使用能源仍以燃煤为主，燃煤取暖面积约占总取暖面积的 83%。考虑到北方清洁取暖政策的影响，我国北方地区的热力碳排放因子将会降低。但是由于天然气、电等清洁能源的短缺和较高价格，我国未来北方地区供暖能源将主要以清洁煤为主，因此热力碳排放因子降低幅度非常有限。

表 3-5 关键参数设定

	2015	2030	2050
人口 (亿) ^[16]	13.75	14.49	13.83
城镇化率 (%) ^[10]	56.10	70.00	80.00
城镇住宅人均面积 (m ²) ^[13]	35	40	45
公共建筑人均面积 (m ²) ^[13]	8	13	18
城镇居住建筑能耗强度 (kgce/m ²) ^[14]	严寒/寒冷	17.6	17.3
	其他	3.7	5.4
公共建筑能耗强度 (kgce/m ²) ^[14]	严寒/寒冷	22.2	24.2
	其他	13.5	16.5
城镇住宅能源结构	电		89.4%
	天然气		10.6
公共建筑能源结构	电	95.0	93.7%
	天然气	5.0	6.3%
电力 CO ₂ 排放因子 (kg CO ₂ /kgce) ^[8]	1.86	1.31	1.03
热力 CO ₂ 排放因子 (kg CO ₂ /kgce) ^[8]	3.68	3.63	3.56
超低能耗建筑能耗强度 (kgce/m ²) ^[4]	居住建筑		7.6
	公共建筑		13.3
近零能耗建筑能耗强度 (kgce/m ²) ^[4]	居住建筑		6.1
	公共建筑		10.7
零能耗建筑能耗强度 (kgce/m ²)		0	

3.5.4 结果与分析

(1) 建筑领域能耗发展趋势

根据模型模拟结果, 2015 年建筑能耗为 4.08 亿吨标准煤。模型计算边界, 仅包括城市住宅和公共建筑的供暖, 制冷和照明能耗。不包括农村地区的能耗。对于不同发展情景, 未来中长期建筑能耗呈现先增长后减少的状态。随着超低能耗、近零能耗和零能耗建筑发展速度的增快, 建筑领域能耗呈现出如下发展趋势: 1) 峰值降低; 2) 峰值的出现时间提前; 3) 峰值后的下降幅度增加。

在 BAU 情景中, 2045 年达到能耗峰值, 为 8.7 亿吨标准煤, 随后建筑能耗将略有减少。到 2050 年, BAU 的建筑能耗将达到 8.38 亿吨标准煤。在稳步发展情境

中，超低能耗建筑将在2030年开始初具规模，占全国建筑面积的1%，到2050年，60%的建筑为超低能耗、近零能耗和零能耗建筑，此情景中，能耗峰值将在2040年出现，2050年能源消耗为6.96亿吨标煤。在高速发展情境中，能源需求的达峰时间有望提前到2035年左右，峰值能耗为7.2亿吨标煤。值得注意的是，由于城镇化水平的提升、人均面积的增加以及由于生活水平的提升导致的建筑单位能耗的增加，虽然三种发展情景都呈现出先增长后下降的趋势，但是2050年的建筑领域能耗均大于2015年时的建筑能耗。

与基准情境相较，随着建筑节能发展速度的加快，累计建筑节能急剧增加。从2015年到2050年，稳步发展情景和快速发展情景下的能源消耗量分别累计减少了11.0和28.7亿吨标准煤。

(2) 建筑领域碳排放发展趋势

随着建筑领域能源消费需求增加，未来建筑领域的CO₂排放也将保持增长的趋势。对于基准情景，建筑领域的CO₂排放将在2040年达到峰值，约为16.45亿吨。稳步发展情境下，CO₂达峰时间有望提前到2035年，与BAU相较，峰值减排量为0.76亿吨。在高速发展情境下建筑领域CO₂排放达峰时间将进一步提前至2035年，峰值为7.2亿吨。

与建筑领域能耗发展趋势相比较，三种情境CO₂排放达峰前的增长幅度明显小于能源消费需求，达峰后的下降速率显著提升，CO₂排放达峰时间普遍提前。模型边界为建筑中的采暖、空调和照明，因此能源类型主要包括电力和热力。随着能源结构的优化、可再生能源的利用，电力和热力的碳强度下降较快。虽然建筑领域电力消费逐年提升，但建筑领域CO₂排放仍呈下降趋势。

此外，由于超低能耗、近零能耗与零能耗建筑的发展，建筑能耗中热力和天然气消费逐渐被电力消费所替代，建筑电气化水平显著增强，从而使得电力部门减排优势更加凸显。因此，在稳步发展和快速发展情景下，建筑领域CO₂排放的减排速度显著加快。2015年的建筑碳排放水平为7.51亿吨CO₂，其中热力碳排放占比66.6%，而电力碳排放仅占31.3%。对于基准情景，2050年超低能耗、近零能耗与零能耗建筑总占比为35%，此时，仍有49.1%的建筑碳排放为热力消费碳排放。对于高速发展情景，2050年超低能耗、近零能耗与零能耗建筑总占比达到90%，CO₂

排放为 5.94 亿吨 CO₂，其中电力碳排放占比达到 80.9%。因此，在电力部门减排与发展超低能耗、近零能耗与零能耗建筑双重作用下，建筑领域减排效果显著。

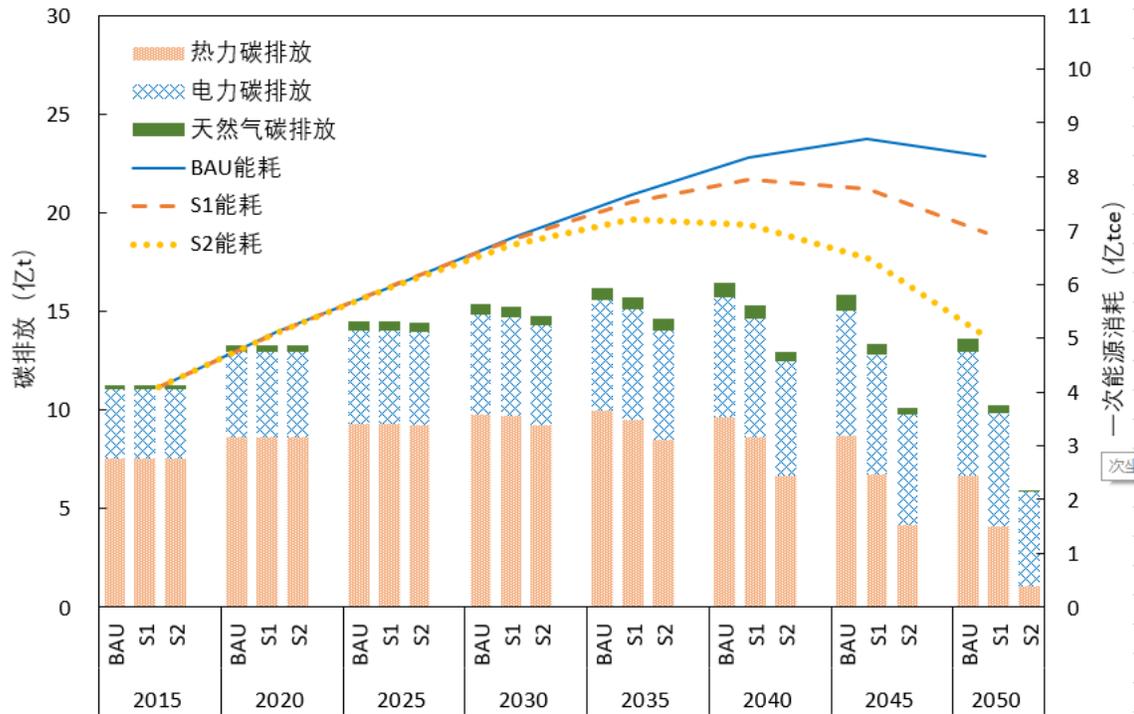


图 3-14 建筑领域能源消费与碳排放发展趋势

3.5.4 结果与讨论

研究表明，随着近零能耗建筑规模化发展速度的增快，建筑领域能耗及碳排放均呈现出峰值降低、峰值的出现时间提前以及峰值后的下降幅度增加的发展趋势。基准情景下，2050 年中国建筑领域一次能源消耗（计算暖通空调和照明系统，不含家电和其他能耗系统）达 8.4 亿吨标煤，相关 CO₂ 排放达 13.6 亿吨。通过发展近零能耗建筑，在高速发展情境下，建筑领域峰值能源需求可控制在 7.2 亿吨标煤左右，CO₂ 排在 2030 年提前达峰，到 2050 年下降至 5.9 亿吨 CO₂。此外，由于超低能耗、近零能耗及零能耗建筑的发展，建筑电气化水平提升显著，并且未来我国电力部门的碳排放强度将进一步下降，在此双重作用下，与建筑能源消费相比，我国建筑领域碳排放的达峰前的增幅将减小、达峰时间将提前、达峰后的下降速率将增快。

根据研究结果，提出如下政策建议：

1) 全面提升新建建筑节能水平（减需）。随着我国城镇化发展水平的提高、人均建筑面积的增加以及对室内舒适度要求的提升，我国建筑面积及其能耗将会进一步增加。自 2014 年起，我国民用建筑每年的竣工面积基本稳定在 25 亿平方米左右。对于新建建筑推行更加严格的节能标准，对超低能耗、近零能耗及零能耗的发展提出要求，将大幅度降低建筑领域供暖、供冷及照明的能耗强度，并充分利用可再生能源，从而大幅度减缓建筑领域能耗需求的增幅。

2) 深入推进既有建筑节能改造（增效）。目前，对于近零能耗建筑的发展目标主要针对新建建筑。2018 年我国建筑面积总量约为 601 亿平方米。从本研究中可以看出，通过对量大面广的既有建筑进行节能改造，将能全面提升建筑能效水平，从消费侧根本改变建筑领域能源结构，提升我国建筑领域电气化水平及节能减排水平。

3) 推动实施近零能耗建筑中长期发展规划。推动建筑迈向超低能耗、近零能耗和零能耗是建筑节能领域的中长期发展目标，受到国内外广泛关注和深入研究。目前，我国相关政策体系已初步形成，政策范围不断扩大，激励力度逐步提升。我国各地区要根据自身特点（资金、气候条件、环境减排目标等），研究制定近零能耗建筑中长期发展规划及产业化和规模化推广鼓励政策，从而促进近零能耗建筑的规模化发展。

4. 近零能耗建筑规模化推广案例研究

4.1 项目概况

高碑店列车新城项目位于高碑店高铁新城核心地块，京港澳 G4 高速出口与高碑店站之间，与主城由 112 国道连接，出行交通极其便利。周边规划为星城 CBD，未来工作生活、休闲娱乐的新城中心。项目地块西邻龙堂路，北邻紫泉路，南邻德成路，东邻富康大街用地东西长度约 1200 米，南北长度约 370 米，可建设用地面积约 31 公顷，地上规划建筑面积 80 万平方米。其中一期地上总建筑面积 34 万平方米，除了商业配套以外，32 栋住宅及 1 所幼儿园全部按照住建部《被动式超低能耗建筑设计导则》。已经获得中国被动式超低能耗设计导则与德国 PHI 设计阶段预认证。

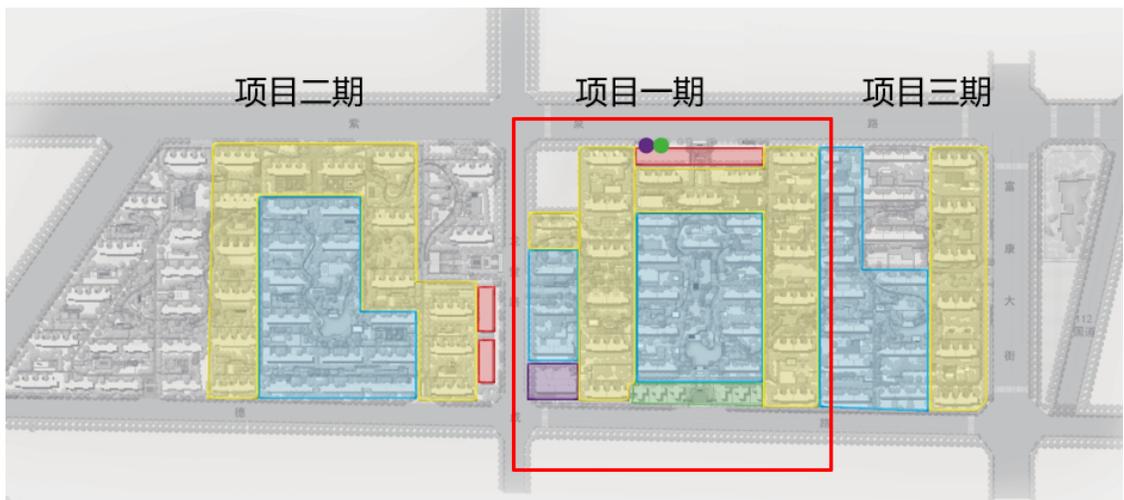


图 4-1 列车新城项目规划图



图 4-2 列车新城项目住宅类型及幼儿园位置图

多层住宅为 128 平米三室两厅两卫四开间大面宽短进深户型，一梯两户，立面统一采用了以现代风格为主，加入中式元素的设计手法，层高 3.15 米；高层住宅为 84-104 平米区间的两到三居紧凑型户型，层高 3 米；合院住宅地下两层，地上三层。

4.2 设计目标

以《被动式超低能耗建筑设计导则》作为项目设计目标，设定建筑内部环境参数指标和能耗指标，以及关键部品性能指标，如下表 4-1 至 4-3 所示：

表 4-1 住宅楼室内环境参数

室内环境参数	冬季	夏季
温度 (°C)	20	25
相对湿度 (%)	30	60
新风量 (m ³ /h·人)	30	
噪声 dB (A)	昼间≤40；夜间≤30	

表 4-2 住宅能耗指标

	指标	设计建筑	《导则》要求	《民用建筑能耗标准》	相对节能率
建筑能耗指标	年供暖需求 (kWh/m ² ·a)	高层 4.48~5.4 多层 7.16~7.52 合院 1.92~2.84	15	0.23GJ/m ² a=63.88	76.5%
	年供冷需求 (kWh/m ² ·a)	高层 13.11~13.91 多层 14.66~14.84 合院 9.73~13.08	16.82		
	一次能源消耗量 (kWh/m ² ·a)	高层 28.63~30.98 多层 42.15~43.09 合院 18.27~31.84	60		
建筑气密性	换气次数 (N50≤0.6)	≤0.6			

表 4-3 建筑关键部品性能参数

建筑关键部品	参数及单位	设计值（高层、洋房）	设计值（合院）	设计值（幼儿园）	导则推荐
外墙	K 值[W/(m ² ·K)]	0.22	0.17	0.18	0.1-0.25
屋面	K 值[W/(m ² ·K)]	0.18	0.18	0.13	0.1-0.25
地面	K 值[W/(m ² ·K)]	0.18	0.18	0.18	0.15-0.35
与采暖空调空间相邻非采暖	K 值[W/(m ² ·K)]	0.18	0.18	0.18	

空调空间 楼板					
外窗	K 值[W/ (m ² ·K)]	0.8	0.8	0.8	0.8-1.5
	太阳得热 系数综合 SHGC 值	冬季 : SHGC≥0.55, 夏季 : SHGC≤0.30	冬季 : SHGC≥0.55, 夏季 : SHGC≤0.30	冬季 : SHGC≥0.55, 夏季 : SHGC≤0.30	冬季 : SHGC≥0.55, 夏 季: SHGC≤0.30
	气密性	8 级	8 级	8 级	8
	水密性	6 级	6 级	6 级	6
空气-空气 热回收装 置	显热回收 效率 (焓 交换效 率) (%)	75%	75%	75%	75%
	湿回收效 率 (%)	50%	50%	50%	/
	热回收装 置单位风 量风机耗 功率 (w/ (m ³ .h))	<0.45	<0.45	<0.45	<0.45

4.3 被动式节能设计技术

4.3.1 更高保温隔热非透明围护结构

外墙保温、屋面保温、地下室外墙等各个部位的保温均按照相关标准进行加强，在不同部位使用不同保温材料。

- 高层外墙采用 170mm 石墨聚苯板，屋面采用 200mm 挤塑聚苯板
- 多层住宅采用 150mm 石墨聚苯板，屋面采用 200mm 挤塑聚苯板

- 合院外墙采用 280mm 石墨聚苯板，屋面 350mmXPS

保温厚度说明：

1.本项目采用性能化设计方法，即以能耗指标目标为导向，在严格控制体形系数、窗墙比的前提下、外窗性能、新风热回收效率、气密性、无热桥设计等环节均优化设计的情况下，该项目的保温厚度满足被动式建筑能耗指标达标的需求；

2.计算结果可见年累计供暖负荷值与设计指标临界值相比，有较大的余量；而对于供暖负荷的敏感性而言，外窗的 K 值减小较外墙保温厚度增加敏感性要大的多；

3. 该项目的负荷及能耗计算同时经过 PHPP 的软件计算验证，满足了 PHI 的被动房认证要求。

4.3.2 高保温、高气密性外窗

外窗均采用木包铝三玻两腔中空玻璃窗。玻璃为 5low-e+16Ar+5low-e+16Ar+5，间隔系统为暖边。窗户开启扇的开启方式为内平开（可斜开）。整窗传热系数设计值为 $0.8 \text{ W/m}^2\text{k}$ 。外门传热系数 $U_d=1.2 \text{ W/m}^2\text{K}$ ，户门传热系数 $U_d=1.8 \text{ W/m}^2\text{K}$ 。外门窗产品的气密性等级为 8 级、水密性等级为 6 级、抗风压性能等级为 9 级，均满足国家标准。外窗安装节点按照被动式超低能耗技术导则原则设计，由具有被动式建筑应用经验的系统门窗厂家负责制造和安装。在东、西、南三个朝向设置可调节外遮阳。建筑气密性完全按照《被动式超低能耗绿色建筑（居住建筑）技术导则》关于气密性设计施工的要求。

建筑设计施工图中明确标注气密层的位置，气密层连续，并包围整个外围护结构。采用简洁的造型和节点设计，减少或避免出现气密性难以处理的节点。选用气密性等级高的外门窗。选择抹灰层、硬质的材料板（如密度板、石材）、气密性薄膜等构成气密层。选择适用的气密性材料做节点气密性处理，如紧实完整的混凝土、气密性薄膜、专用膨胀密封条、专用气密性处理涂料等材料。对门洞、窗洞、电气接线盒、管线贯穿处等易发生气密性问题的部位，进行节点设计。

4.4 主动式能源系统

4.4.1 高效制冷/制热+新风热回收系统

住宅均采用采用“新风+制冷制热”一体设备，一户一套新风采用全热回收机组，系统 COP>2.8,风系统电力需求不超过 0.45Wh/m³,末端采用尽可能简短的管路布置和最优化的气流组织；显热热回收效率>75%；新风入口处设置可有效去除室外 PM2.5 的过滤器；新风系统内置冷热盘管，承担室内冷热负荷，不另设供冷供热系统。

4.4.2 可再生能源利用

地下空间设置下沉庭院或采光井增加并利用自然采光，减少室内照明能耗。同时多层住宅及合院则使用外挂平板式太阳能集热器满足每户生活热水需求。

4.5 规模化推广动力

政策激励仍是未来一段时间的推动力，在政策制定方面^[6]：

1. 应认识到被动式超低能耗建筑巨大的环境保护、长期经济和人民福祉意义，提倡倡导环保意识、可持续循环经济价值观。
2. 认识到超低能耗建筑初期增量投资成本虽然提高，但全生命周的成本其实更低的长期获利的经济特性，鼓励银行推出相应的融资方案，减轻开发商与购房者的压力与风险，提高其积极性。
3. 认识到超低能耗建筑要求的建筑质量提升的必要性，相应合理放宽以现有建筑为计算基础的定额及限价等方面限制。
4. 修改不利于建筑高效节能发展法令、规范，例如保温层厚度计入容积率或使用面积的问题。
5. 引导建筑产业以节能减排、降低运营成本、提升质量、提升舒适度、提升建筑寿命创造新的商业价值，进入长期获利经营模式。

(2) 经济效益逐渐显现

根据陈守恭教授对于近零能耗建筑能源节约成本的计算，北京的供暖制冷除湿总能量需求，被动房较标准房降低 81.1 kWh/(m²a)，上海降低 73.6 kWh/(m²a)，如果消耗的能源以电力计，将为使用者大幅节省开支。如再进一步考虑上海投入的增量成本较低，则即使不经详细计算，也可以得出大致的判断：以建设被动房的投入产出效益而言，上海可能不亚于北京。上海 2017 年用电最高负荷为 3268 万千瓦，发生于 7 月中。与前述北京 2018 年 1 月用电高峰 1926 万千瓦相比，高出 70%。两地用电高峰分别对应空调制冷与供暖的高峰期。上海常住人口数与 GDP 均比北京高约 10%，与用电高高峰差异不成正比，其原因至少部分在于前述制冷与供暖对电力依赖程度不同。即再上海建被动房不仅节能减排效果近于北京，减轻电网负荷的效果甚至将更为显著。

（3）节能减排意识逐渐增强

从世界范围看，美国、日本、韩国等发达国家和欧盟盟国为应对气候变化和极端天气、实现可持续发展战略，都积极制定了建筑迈向更低能耗的中长期(2020、2030、2050)政策和发展目标，并建立了适合本国特点的技术标准及技术体系，推动建筑迈向更低能耗正在成为全球建筑节能的发展趋势。节能减排将不再是国家战略层面思考的问题，民众意识的增强，与生活水平日益提升的需求，将会为近零能耗建筑规模化推广提供契机。

（4）领军企业成功示范刺激推广

住建部《建筑节能与绿色建筑发展“十三五”规划》^[7]提出，积极开展超低能耗建筑、近零能耗建筑建设示范，引领标准提升进程，在具备条件的园区、街区推动超低能耗建筑集中连片建设，到 2020 年，建设超低能耗、近零能耗建筑示范项目 1000 万平方米以上。

该《规划》的提出，引发多省紧跟步伐，绘制产业蓝图。自 2014 年开始，河北省级财政每年给予超低能耗建筑建设补助资金，现已累计超过 4400 万元。石家庄、保定等市也相继出台相关资金支持政策，如石家庄市出台的《关于加快推进被动式超低能耗建筑发展的实施意见》^[8]提出，2018 年到 2019 年开工建设的，每平方米补贴 200 元，单个项目不超过 300 万元；2020 年开工建设的，每平方米补贴 100 元，单个项目不超过 200 万元，并在用地等方面给予支持。

除项目方积极尝试外，产业升级也取得显著成果。高碑店市的奥润顺达集团已先后为 50 多个被动房项目提供技术服务与核心产品，并从中收集了数万个数据，突破无数技术难关，从多层建筑、高层建筑、别墅、学校等不同类型的建筑，进行规模化的探索，成功研发出洛卡恩“7+3”被动房集成系统。而其在高碑店市列车新城项目完全采用被动式超低能耗建筑技术，一期工程 44 万平方米已实现交房。该项目是目前国内规模最大、节能标准最高的超低能耗建筑示范社区。项目 120 万平方米全部建成后，将成为世界上规模最大的被动房综合社区，为规模化推广提供推动力。

如前所述，推动超低能耗建筑规模化推广解决方案：

1. 进一步明晰技术路径，促进标准落地

我国地域广阔，各地区气候差异大，目前室内环境标准偏低，建筑特点以及人们的生活习惯，都与发达国家相比存在差异。因此，应通过借鉴国外经验，结合我国已有工程实践，提炼示范建筑在设计、施工、运行等环节的共性关键技术要点，形成我国自有技术体系，满足我国居民对居住环境的健康性与舒适性的要求，指导我国超低、近零和零能耗建筑推广，为我国中长期建筑节能工作提供支撑和引导。

2. 促进能源和经济结构调整

通过可再生能源系统使用对建筑能源消耗进行平衡和替代。充分挖掘建筑本体、周边区域的可再生能源应用潜力，对能耗进行平衡和替代。如果建筑节能目标为实现零能耗，但难以通过本体和周边区域的可再生能源应用达到能耗控制目标，也可通过外购可再生能源达到零能耗建筑目标，但需以建筑本身能效水平已经达到近零能耗为前提。通过鼓励可再生能源在建筑中的利用，开发多种可再生能源利用应对方案，提高柔性建筑适应性和稳定性。推动可再生能源并网，解决建筑离峰用电，大幅减少对电网电力负荷的依赖。

3. 推动建筑产业升级和转型

《近零能耗建筑技术标准》^[9]提出的围护结构和能源设备与系统等技术指标，较国内现行标准大幅提升，整体上达到了国际先进水平。以外窗为例，传热系数的要求较现有标准大幅提高，与同纬度发达国家先进水平基本一致，如北京所在的寒冷地区居住建筑外窗传热系数限值为 $1.2 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ，基本与德国外窗传热系数限值

1.1 W/(m²·K)持平。以气密性为例，首次在国家标准中进行明确规定并给出检测方法^[10]。

虽然目前国内建筑部品产业的平均水平离这一目标尚存在一定差距，但增强高性能建筑部品的市场竞争力，推动建筑产业升级和转型将是降低近零能耗建筑成本的有效手段。

参考文献

- [1] 住建部.被动式超低能耗绿色建筑技术导则[EB/OL].[2020-6-1]. http://www.mohurd.gov.cn/wjfb/201511/t20151113_225589.html.
- [2] 住建部.民用建筑能耗标准[EB/OL].[2020-6-1]. http://www.mohurd.gov.cn/wjfb/201605/t20160517_227497.html.
- [3] 徐伟, 杨芯岩, 张时聪. 中国近零能耗建筑发展关键问题及解决路径[J]. 建筑科学, 2018, 34(12):168-176.
- [4] 住建部.建筑气候区划标准[EB/OL].[2020-6-1]. <http://www.jianbiaoku.com/webarbs/book/12519/2916759.shtml>.
- [5] 中国被动式超低能耗建筑联盟.中国超低/近零能耗建筑最佳实践案例集[M].1.中国建筑科学研究院有限公司, 2018.
- [6] 陈守恭. 论全面推广被动式低能耗建筑的紧迫性[J]. 建设科技, 2019, 380(06):14-15.
- [7] 住建部.《建筑节能与绿色建筑发展“十三五”规划》[EB/OL].[2020-6-1]. http://www.mohurd.gov.cn/wjfb/201703/t20170314_230978.html.
- [8] 石家庄市人民政府.关于加快推进被动式超低能耗建筑发展的实施意见[EB/OL].[2020-6-1].<http://www.sjz.gov.cn/col/1520233915276/2018/03/07/1520410483452.html>.
- [9] 住建部.近零能耗建筑技术标准[EB/OL].[2020-6-1]. http://www.mohurd.gov.cn/zqyj/201808/t20180824_237286.html.
- [10] 巨徽新能源.徐伟院长解读《近零能耗建筑技术标准》[EB/OL].[2020-6-14].http://www.shjuhui.cn/news_show/56.html.

附录一 激励政策具体内容

北京市

2016年10月9日，北京市住房和城乡建设委员会、市规划和国土资源管理会、市发展和改革委员会、市财政局联合发布《北京市推动超低能耗建筑发展行动计划（2016-2018）》，提出三年内将建设不少于30万平方米的超低能耗建筑目标，并明确了具体任务和措施。

北京市住房和城乡建设委员会、市财政厅等3个部门在2017年6月30日颁布《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》，对超低能耗建筑示范项目的奖励资金标准根据示范项目的确认时间进行确定：

2017年10月8日之前确认的项目按照1000元/平方米进行奖励，且单个项目不超过3000万元；2017年10月9日至2018年10月8日确认的项目按照800元/平方米进行奖励，且单个项目不超过2500万元；2018年10月9日至2019年10月8日确认的项目按照600元/平方米进行奖励，且单个项目不超过2000万元。

2019年8月北京经济技术开发区建发局出台《北京经济技术开发区2019年度绿色发展资金支持政策》，对超低/近零能耗建筑等示范项目给出了具体奖励标准：为了通过示范项目的引领作用，推动开发区内超低能耗建筑、近零能耗建筑的规模化发展，对评为超低能耗建筑、近零能耗建筑的项目给予100元/平方米的区级配套奖励，单个项目奖励金额不超过500万元。在项目确认为北京市超低能耗建筑示范项目，且建成并通过北京市组织的专项验收后拨付奖励资金。

2020年2月，北京市住建委发布《2020年生态环境保护工作计划和措施》，文件提出：市住建委将会同市财政与市规划自然资源委研究北京市超低能耗建筑发展的长效激励机制，并探索研究“十四五”期间超低能耗建筑发展方向，组织超低能耗示范项目调度，跟踪本市示范项目的实施过程和实施效果，为全面推进超低能耗建筑总结经验。具体工作如下：

(1) 研究“十四五”时期建筑高质量发展(含绿色生态区、绿色建筑、装配式建筑和超低能耗建筑)和可再生能源工作目标及实施措施；

(2) 继续推进超低能耗建筑示范，一是会同市财政与市规划自然资源委研究

北京市超低能耗建筑发展的长效激励机制，向市政府请示后实施。二是跟踪本市示范项目的实施过程和实施效果，确保示范效应。

(3) 开展北京市外墙外保温系统现状、存在问题及对策研究。针对超低能耗建筑围护结构组成材料性能指标、构造方式、使用情况等情况开展专题调研。

河北省

2017年3月16日，河北省住建厅发布《2017年全省建筑节能与科技工作要点》，明确规定了2017年全省新建被动式低能耗建筑10万平方米的发展目标；完善并强化被动式低能耗建筑示范项目奖励政策，被动式低能耗建筑被当作“建筑能效提升工程”进行重点发展。

2017年12月20日，河北省住房和城乡建设厅、河北省财政厅《关于省级建筑节能专项资金使用有关问题的通知》，规定被动式低能耗建筑示范补助，由原来的每平方米补助10元、最高不超过80万元，上调为每平方米补助100元、最高不超过300万元。

2019年1月1日起，河北省住建厅推行《河北省推进绿色建筑发展工作方案》，强调要认真落实发展超低能耗建筑的相关要求，在绿色建筑专项规划中明确超低能耗建筑要求及其比例，并安排资金重点支持超低能耗建筑示范项目建设；符合超低能耗建筑标准建设的居住建筑，因墙体保温技术增加的建筑面积，不计入容积率核算。规定2019-2020年，全省城镇新建总建筑面积20万平方米（含）以上的项目，原则上建设1栋以上超低能耗建筑。提倡建设超低能耗建筑全覆盖住宅小区，鼓励集中连片建设超低能耗建筑。

2020年1月河北省工业和信息化厅、河北省住房和城乡建设厅、河北省科学技术厅三部门联合制定并发布了《河北省被动式超低能耗建筑产业发展专项规划（2020—2025年）》，详情如下：

到2025年，全省被动式超低能耗建筑产业实现高质量发展，产业创新能力和竞争力全面提升，成为重要的特色新兴产业，基本形成布局合理、产业集聚、技术领先、品质优良、特色鲜明的现代化产业链体系，初步建成全球最大规模的全产业链基地。被动式超低能耗建筑建设项目面积年均增长20%以上，力争达到900万平

方米以上。全省全产业链产值年均增长 25%以上，力争达到 1 万亿元左右。

第一阶段（到 2021 年底）：被动式超低能耗建筑建设项目面积达到 500 万平方米以上，全产业链产值力争达到 4000 亿元左右，被动式超低能耗建筑成本大幅降低，重点产业链节点产品标准体系基本建立，龙头企业研发投入强度明显提高，产值超 100 亿元产业集群达到 5 个以上。

第二阶段（到 2023 年底）：被动式超低能耗建筑占新建建筑比例明显提高，建设项目面积达到 700 万平方米以上，全产业链产值力争达到 6300 亿元左右，重点产业链节点产品质量达到国内领先水平，关键环节创新研发体系基本建立，集群规模效应初步显现。

第三阶段（到 2025 年底）：被动式超低能耗建筑建设项目面积达到 900 万平方米以上，全产业链产值力争达到 1 万亿元，全产业链、全生命周期的质量追溯体系基本建成。全产业链规模以上企业研发机构全覆盖，重点龙头企业研发投入强度达 4%左右，在行业中居领先地位；市场核心竞争力明显提高，产值超 100 亿元产业集群达到 10 个以上。省级以上单项冠军企业达到 15 家以上，专精特新企业 30 家以上。

2020 年 3 月，河北省住房和城乡建设厅公布 2020 年全省建筑节能与科技和装配式建筑工作要点，大力发展绿色建筑和超低能耗建筑，提升建筑节能水平，推进装配式建筑建设，主要目标如下：

- （1）城镇新建绿色建筑占新建建筑比例达到 85%以上；
- （2）超低能耗建筑累计建设达到 350 万平方米；
- （3）装配式建筑占城镇新建建筑面积比例达到 20%以上；
- （4）建设科技水平进一步提升，完成一批新技术应用示范工程。

石家庄市

2017 年 4 月 13 日，石家庄市住房与城乡建设局发布并开始实施《石家庄市建筑节能专项资金管理办法》，指出到 2020 年，全市累计开工建设被动房不低于 100 万平方米；桥西区、裕华区、新华区、长安区、高新区、正定县（含新区）累计开工建设被动房各不低于 10 万平方米；鹿泉区、栾城区、藁城区累计开工建设被动房各不低于 5 万平方米；其它各县（市）新开工建设被动房各不低于 1 万平方米的

发展目标；同时明确了超低能耗建筑示范项目资金补助标准：2017 年建成的，每平方米补贴 300 元，单个项目不超过 500 万元；2018 年-2019 年建成的，每平方米补贴 200 元，单个项目不超过 300 万元；2020 年建成的，每平方米补贴 100 元，单个项目不超过 200 万元。

2018 年 2 月 14 日，石家庄市政府发布《关于加快被动式超低能耗建筑发展的实施意见》，对超低能耗建筑项目给予以下政策支持：

(1) 用地保障：对按照被动房标准要求建设的项目，优先保障用地。

(2) 容积率奖励：在办理规划审批（或验收）时，对于采用被动房方式建设的项目，按其建设被动房的地上建筑面积 9%给予奖励，不计入项目容积率。奖励的不计入容积率面积，不再增收土地价款及城建配套费用。

(3) 优化办事流程：为被动房项目报建手续开辟绿色通道。对主动采用被动房方式建造的单体建筑，投入开发建设资金达到工程建设总投资的 25%以上和施工进度达到主体动工（已取得《建筑工程施工许可证》），可办理《商品房预售许可证》；被动房建筑在办理商品房价格备案时，可上浮 30%。

(4) 差别热费（居民）和热力贴费（非居民）减免：支持优先采用清洁能源作为被动房补充供热方式。不参加集中供热的免收差别热费（居民）和热力贴费（非居民）；参加集中供热的差别热费（居民）和热力贴费（非居民）按 20%收取，用户实行计量收费。

(5) 财政补贴：对符合被动房节能标准的建筑项目，竣工后经专家评定，达到被动房建设标准，由市财政给予补贴。2018-2019 年开工建设（已取得《建筑工程施工许可证》时间为准）的，每平方米补贴 200 元，单个项目不超过 300 万元；2020 年开工建设（已取得《建筑工程施工许可证》时间为准）的，每平方米补贴 100 元，单个项目不超过 200 万元。政府投资项目，增量成本部分可计入投资预算。

2018 年 5 月 28 日，石家庄市住建局等七部门发布《关于落实被动式超低能耗建筑优惠政策工作的通知》，规定：（1）划拨地块在 100 亩（含）以上或总建筑面积超过 20 万平米（含）以上的项目，在规划条件中必须建设一栋以上被动房；（2）开工建设“被动房”的面积不能低于地上总建筑面积的 10%，（3）建设被动房要优先保障用地；（4）办理规划审批（或验收）时，对于采用被动房方式建设的项目，按

其建设被动房的地上建筑面积 9%给予奖励，不计入项目容积率。（5）奖励的不计入容积率面积，不再增收土地价款及城建配套费用。

2019 年，4 月 22 日，石家庄市住房和城乡建设局印发《2019 年全市建筑节能、绿色建筑与装配式建筑工作方案》，强调以超低能耗建筑和装配式建筑为抓手，不断完善政策，规定新开工建设超低能耗绿色建筑不低于 50 万平方米。

2020 年 3 月，石家庄市住房和城乡建设局发布《2020 年全是建筑节能、绿色建筑与装配式建筑工作方案》，明确规定到 2020 年，新开工建设超低能耗建筑不低于 20 万平方米，不断降低建筑能耗，推动建筑迈向超低能耗和近零能耗等高节能标准，重点支持被动式超低能耗建筑、高星级绿色建筑和装配式建筑及基地建设等示范性项目奖励。

衡水市

2018 年 3 月 27 日，衡水市住房和城乡建设局《关于加快推进建筑发展的实施意见（试行）》，提出明确发展目标：自 2018 年起，全市全面启动被动房试点工作，到 2020 年，全市累计开工建设被动房不低于 5 万平方米；冀州区累计开工建设被动房不低于 1 万平方米。主城区总建筑面积在 10 万平方米（含）以上的项目，开工建设被动房面积不低于总建筑面积的 10%。

承德市

2018 年 8 月 22 日，承德市人民政府发布《关于加快推进建筑产业现代化的实施意见》，规定自 2019 年 1 月 1 日起：（1）内辖新建建筑面积在 10 万 m² 以上（含十万）的民用建筑，至少建设一栋以上被动房；（2）面积不低于总面积的 5%；（3）到 2025 年，全市累计开工建设被动房不低于 20 万平方米，其中双桥区、双滦区、营子区和高新区累计开工建设被动房不低于 8 万平方米；其它各县（市）新开工建设被动房各不低于 1.5 万平方米。（4）规定对采用被动式方式建设的按照 100 元/平方米予以补贴，单个项目不超过 300 万元。（5）对于采用被动房方式建设的项目，在修建性详细规划方案或建设工程设计方案审查时，依据住建部门出具的审查意见，被动房的地上建筑面积 9%不计入项目容积率。

保定市

2018 年 6 月 9 日，《保定市人民政府关于推进被动式超低能耗绿色建筑发展的

实施意见（试行）》发布，（1）规定到 2019 年超低能耗建筑用地面积不少于当年供地面积的 10%，到 2020 年应不少于 20%；（2）同时对超低能耗建筑地上建筑面积的 9%不计入容积率；（3）且新建项目每平方米补助 100 元，单体项目最高补助不超过 300 万元。

2020 年 2 月，保定市住房与城乡建设局等 8 个部门发布了《加快推进绿色建筑发展实施方案》，《方案》对超低能耗建筑的发展目标、要求及责任单位等有了明确的规定如下：

（1）要求 2020 年起，超低能耗建筑用地面积应不少于当年建设供地面积总量的 20%。

（2）发展超低能耗建筑项目建设，在绿色建筑专项规划中要明确超低能耗建筑要求及其比例，鼓励建设超低能耗建筑全覆盖住宅小区、集中连片建设超低能耗建筑。对出让、划拨地块在 100 亩（含）以上或总建筑面积在 20 万平方米（含）以上的商品房项目（包括分期建设项目）；明确必须建设一栋以上（不低于 1 万平方米）超低能耗建筑，且超低能耗建筑面积不低于总建筑面积的 10%。

（3）培育超低能耗建筑产业链，推进科技资源开放共享，鼓励研发超低能耗建筑相关产品技术，降低建设成本；积极推动超低能耗建筑技术及产品集成创新，促进建材供给侧的技术提升和结构调整，培育超低能耗建筑相关产业链，为适时出台推广政策提供技术储备。

2020 年 6 月，保定市住房和城乡建设局印发《保定市绿色建筑专项规划》（2020-2025），《专项规划》介绍了全市超低能耗建筑的发展现状，并规划了 5 年内超低能耗建筑发展的总体目标、目标分解以及技术路线等内容。规划期内，全市规划累计实现被动式超低能耗建筑建设 280 万平方米。其中，主城区将累计实现被动式超低能耗建筑建设 80 万平方米。展望到 2035 年，大力推动被动式超低能耗建筑建设，采用被动式超低能耗建筑建设的项目达到 800 万平方米。

沧州市

2019 年 8 月 29 日，沧州市人民政府发布《关于加快推进超低能耗建筑发展的实施意见》，规定 2019 年，全市全面启动超低能耗建筑建设工作，到 2020 年，（1）总建筑面积在 10 万平方米（含）以上的商品住宅项目，必须建设一栋以上的超低

能耗建筑，且面积不低于总建筑面积的 5%。同时给予一定条件下的优惠政策：符合超低能耗建筑标准建设的居住建筑；（2）超低能耗建筑的地上建筑面积 9%不计入项目容积率；（3）使用住房公积金贷款购买二星级以上绿色建筑且为超低能耗建筑的自住住房，可贷额度在不超过我市住房公积金贷款最高额度且符合国家关于住房贷款首付比例政策的情况下上浮 15%；（4）超低能耗建筑在办理商品房价格备案时，最高可上浮 30%。

张家口市

2020 年 4 月，张家口市住房和城乡建设局、市发展和改革委员会、市自然资源和规划局、市市场监督管理局、市财政局、市行政审批局、市工业和信息化局、市住房公积金管理中心联合发文《关于加快推进绿色建筑、装配式建筑和被动式超低能耗建筑工作的通知》，要求：

（1）至 2022 年，实现我市装配式建筑占新建建筑面积的比例达到 30%和被动式低能耗绿色建筑规模化发展的目标。

（2）实施被动式超低能耗建筑的奖励建筑面积不得超过符合被动式超低能耗建筑相关技术要求的地上总建筑面积的 3%。在办理规划审批时，奖励建筑面积不计入项目的容积率；

（3）对主动采用装配式建筑或被动式超低能耗标准建造且通过技术认定的单体建筑，允许将预制构件投资计入工程建设总投资额，纳入进度衡量；投入资金达到工程建设总投资的 25%以上和施工进度达到正负零（进入主体施工），已取得《建筑工程施工许可证》，可申请办理《商品房预售许可证》。

（4）各级财政奖励资金支持重点是本地区建设的装配式建筑或被动式超低能耗项目。奖励资金标准为每平方米 100 元、单个项目最高不超过 300 万元。补助期限暂定为 5 年（2017 年—2021 年）。

邯郸市

2020 年 6 月，邯郸市住房与城乡建设局起草了《关于推进超低能耗建筑发展的实施意见》（征求意见稿），就加快推进超低能耗建筑发展制定如下实施意见：2020 年，全面启动超低能耗建筑试点工作，提倡建设超低能耗建筑全覆盖住宅小区，鼓励集中连片建设超低能耗建筑，到 2020 年底全市超低能耗建筑建设目标 3 万平方

米，力争 5 万平方米；2021 年起每年任务目标按省要求落实。到 2025 年，全市新建超低能耗建筑项目建筑面积占新开工建设面积不低于 20%，东区核心区不低于 25%。支持政策如下：

（一）市自然资源和规划部门在出具地块规划设计条件时，应明确关于超低能耗建筑的建设要求。对集中建设超低能耗建筑的项目，应优先保障土地的供应。

（二）符合超低能耗建筑标准建设的项目，其地上建筑面积 9%不计入项目容积率；不计入容积率的面积不再增收土地价款。

对于超低能耗建筑，在计算、统计建筑面积时，因节能技术要求，超出现行节能设计标准规定增加的保温层面积不计入确权登记面积。

（三）省补助资金标准为每平方米 400 元、单个项目最高不超过 1200 万元；鼓励各县（市、区）制定相关补助政策，支持区域内超低能耗建筑项目建设。

（四）使用住房公积金贷款购买二星级以上新建绿色建筑且为超低能耗建筑的自住住房，贷款额度上浮 10%。

（五）超低能耗建筑项目施工进度达到正负零时，可先行办理《商品房预售许可证》。

（六）未开工项目改建超低能耗建筑的，同等享受相关优惠政策。

河南省

2018 年 12 月 14 日，河南省财政厅发布关于公开征求《河南省节能和资源循环利用专项资金及项目建设管理办法》修改意见的通知，明确规定：超低能耗建筑项目给予不超过 30 元/m²奖补，单项不超过 500 万元。

2019 年 1 月 24 日，河南省人民政府办公厅发布《关于印发河南省财政支持生态环境保护若干政策的通知》，重点支持建设超低/近零能耗建筑，省财政对超低能耗建筑项目按面积给予不超过 500 万元奖补。

2019 年 5 月 20 日，河南省住房和城乡建设厅发布《关于超低能耗建筑和装配式建筑项目拟列入 2019 年省节能和资源循环利用专项资金计划项目公示》，其中对超低能耗建筑项目按不超过 100 元/m²给予奖补，单项不超过 500 万元。

2020 年 2 月，河南省支持建筑业发展厅际联席会议办公室日前印发《关于支持建筑业转型发展的十条意见》，破解建筑业发展难题，加快推进全省建筑业转型发

展意见》从支持装配式建筑发展、切实减轻建筑企业负担、加大金融服务支持力度、科学精准扬尘管控、优化建筑市场环境、支持发展总部经济、助力建筑企业开拓市场、鼓励创新项目组织方式、培育产业工人队伍、保障建筑工人合法权益十个方面提出了实施意见，提出对装配式低能耗、超低能耗建筑增加的外墙保温部分,不计入容积率核算的建筑面积。具体规定：外墙预制部分的建筑面积(不超过规划地上总建筑面积的 3%)不计入成交地块的容积率；对装配式低能耗、超低能耗建筑增加的外墙保温部分,不计入容积率核算的建筑面积。

郑州市

2018 年 4 月 24 日，郑州市人民政府发布《关于印发郑州市清洁取暖试点城市示范项目资金奖补政策的通知》，文件提出：鼓励项目业主建设超低能耗建筑示范项目，依据项目确认年度，依次按照 500 元/平方米、400 元/平方米、300 元/平方米三个档次进行奖补，单个项目按级别最高奖励 1500 万元、1200 万元和 1000 万元，并可同时享受市级其他支持政策。

2018 年 8 月 31 日，郑州市人民政府发布《关于发展超低能耗建筑的实施意见》中，明确提出针对超低能耗建筑的以下激励政策：

(1) 规划目标：新建超低能耗建筑项目不少于 60 万平方米。

(2) 用地保障。依据土地利用总体规划、城市(镇)总体规划,优先保障超低能耗建筑项目建设用地，每年建设用地供地面积中必须有一定面积的超低能耗建筑项目，并逐年提高落实面积。

(3) 财政支持：2020 年底前，对社会投资的超低能耗建筑项目给予一定的财政资金奖励。其中 2018 年度示范项目，资金奖励标准为 500 元/平方米，单个项目不超过 1500 万元；2019 年度示范项目，资金奖励标准为 400 元/平方米，单个项目不超过 1200 万元；2020 年度示范项目，资金奖励标准为 300 元/平方米,单个项目不超过 1000 万元。

(4) 容积率奖励：对于采用超低能耗建筑技术的商品住宅项目，在办理规划审批进行容积率核算时，地上建筑面积 4% 可不计入容积率。

(5) 金融服务：加快构建绿色金融体系，改进完善超低能耗建筑的金融服务工作。鼓励引导金融机构加大对项目、企业及购买者的绿色金融服务力度。

2019年6月，郑州发改委发布文件《郑州市发展和改革委员会关于下达2019年郑州市清洁取暖试点城市示范项目奖补资金计划（第一批）的通知》，结合郑州市示范项目进度，将2018年第一批清洁取暖试点城市示范项目、既有建筑节能改造和超低能耗建筑示范项目部分奖补资金计划予以下发。

第一批共计下达奖补资金高达56417.63万元，其中将对清洁取暖示范项目拨付资金12039.15万元，既有建筑节能改造示范项目拨付资金84284.2万元，超低能耗示范项目奖补资金共计高达35672.75万元。

焦作市

2018年12月13日，焦作市财政局印发了《焦作市冬季清洁取暖财政专项资金管理暂行办法》，规定超低能耗建筑试点工程项目，补助标准为1000元/平方米，补助金额最高不超过2000万元。

山东省

2019年10月，山东省住建厅发布《关于实施绿色建筑引领发展行动的意见》，明确规定了到2020年，基本形成城乡建设绿色发展机制、评价指标和技术标准体系；全面推行绿色建筑评价标准（新版），新增一批高质量评价标识项目，新建超低能耗建筑15万平方米的发展目标。加快发展超低能耗建筑。围绕围护结构、高性能门窗、新风热回收、室内环境、气密性等关键环节，完善超低能耗建筑技术标准和评价指标体系，积极推进超低能耗建筑集中连片建设，探索发展近零能耗建筑。

青岛市

2016年12月27号，青岛市城乡建设委员会发布《青岛市“十三五”建筑节能与绿色建筑发展规划》，指出：“十三五”期间，应加强被动式低能耗建筑技术研究和试点示范，有序扩大试点范围和试点建筑种类，在城市新区内进行区域性推广。“十三五”期末，青岛市将推广实施被动式建筑100万平方米以上。鼓励政府机关办公建筑、由政府投资或以政府投资为主的公益性建筑等项目优先采用超低能耗绿色建筑技术。在新建绿色生态城区建设中，适度鼓励建设超低能耗建筑，新建绿色生态城区建设指标体系中明确要求超低能耗建筑占新建建筑比例；在中德生态园0.5平方公里、中韩贸易合作区3.7平方公里等区域性推广超低能耗建筑示范。

2018年11月16日，青岛市城乡建设委员会及其他6部门联合发布《青岛市推进超低能耗建筑发展的实施意见》，明确规定超低能耗建筑项目的激励政策如下：

- (1) 启动《青岛市超低能耗建筑发展专项规划》编制，明确超低能耗建筑面积占比。
- (2) 超低能耗建筑项目优先保障用地。
- (3) 超出现行节能设计标准规定增加的保温层面积不计入容积率。
- (4) 超低能耗建筑项目建设资金达到25%，施工进度达到正负零，可办理商品房预售许可证。
- (5) 购买超低能耗建筑商品房，公积金贷款可优先考虑发放。
- (6) 超低能耗示范项目给予200元/平米补贴且单个项目不超过300万元。
- (7) 改建超低能耗建筑同等享受相关优惠政策。
- (8) 既有建筑改造为超低能耗建筑参照新建建筑给予财政补贴。
- (9) 超低能耗建筑在评优评奖时优先考虑，参建单位在信用考核中加分奖励。
- (10) 利用新旧动能转换基金对超低能耗建筑配套产业链企业给予优先支持。

2019年1月，青岛市城乡建设委员会与青岛市财政局发布《关于组织申报2019年度青岛市绿色建筑及装配式建筑奖励资金的通知》，明确了对超低能耗建筑的奖励标准：超低能耗建筑示范工程，给予200元/m²的奖励，单个项目300万元封顶。

2020年4月，青岛市住房和城乡建设局发布了《青岛市绿色建筑与超低能耗建筑发展专项规划（2021-2025）》，从绿色建筑、超低能耗建筑与近零能耗建筑、装配式建筑、绿色生态城区和绿色生态城镇等4大方面提出了未来五年建设目标、重要任务和保障措施。着力打造绿色低碳、生态宜居的沿海城市，实现“一城、五区、双引领”的规划目标。“一城”指将青岛市打造成为国家级绿色城市，“五区”指打造山东（青岛）自由贸易试验区、红岛经济区、蓝色硅谷核心区、崂山湾国际生态健康城和中国—上海合作组织地方经贸合作示范区5个绿色生态示范城区，张家楼、夏格庄2个绿色生态城镇。“双引领”代表引领绿色城市发展转型和人居环境品质综合提升。继续加大超低能耗建筑推广力度。近期（2021-2025）将累计实施超低能耗建筑380万平方米，开展近零能耗建筑试点示范20万平方米；远期（2026-2035）将累计实施近零能耗建筑50万平方米，超低能耗建筑950万平方米。加快推进近

零能耗建筑与超低能耗建筑相关产业发展。

天津市

2018年11月2日，天津市城乡建设委员会等四部门联合发布《关于加快推进被动式超低能耗建筑发展的实施意见》，规定：

(1) 到2020年底，全市累计开工建设超低能耗建筑不低于30万平方米。

(2) 政府投资项目、高星级绿色建筑等项目应优先采用超低能耗建筑。对新建项目总建筑面积在20万平方米（含）以上的，要明确建设一栋以上超低能耗建筑，开工建设超低能耗建筑面积不低于总建筑面积的10%。

(3) 我市对超低能耗建筑项目给予奖励，具体奖励政策另行制定。

(4) 超低能耗建筑项目外墙外保温层厚度超过7公分的，在工程建设领域和房产计算领域均按照厚度7公分计算建筑面积。外墙外保温层厚度超过7公分增加的部分不计算建筑面积。

2020年《天津经济技术开发区促进绿色发展暂行办法》通过管委会审议，将于2020年7月1日起实施。为配合《暂行办法》的实施，经开区设立“天津经济技术开发区绿色发展专项资金”，每年预算1亿元，对节能环保项目给予补贴。针对被动式超低能耗建筑示范项目，每平方米补贴150元，单个示范项目奖励资金上限不超过150万元。

湖北省

宜昌市

2018年12月31号，宜昌市住房和城乡建设委员会发布《关于推进被动式超低能耗建筑发展的意见（试行）》，明确规定超低能耗建筑发展目标：2019年起，全市启动被动房试点，3-5年后全市新开工和既有建筑改造被动房建筑面积占新建建筑面积比例达到10%以上。同时对被动房项目给予用地优先保障、4%容积率奖励、技术支持、金融服务支持和绿色办事流程等激励政策。

江苏省

2017年1月，江苏省住房和城乡建设厅印发的《江苏省“十三五”建筑节能与绿

色建筑发展规划》中规定，建设超低能耗绿色建筑示范工程 100 万 m²。

海门市

2015 年，海门市政府发布《市政府关于加快推进建筑产业现代化的实施意见》，明确要求 2015-2017 年，超低能耗建筑比例要达到 5%以上；2018-2020 年要达到 10%以上；2012-2023 要达到 20%以上。同时给与（1）对采用超低能耗建筑技术的建设项目及提供技术管理服务的研发、设计、试验及培训等单位给予奖励扶持；（2）开发成品住宅发生的实际装修成本按规定在税前扣除；（3）对征收的墙改基金、散装水泥基金即征即退，扬尘排污费按规定核定相应的达标削减系数执行；（4）分期交纳土地出让金；（5）外墙预制部分建筑面积可不计入成交地块的容积率计算等激励政策。

宁夏回族自治区

2017 年 5 月 27 号，宁夏回族自治区住房和城乡建设厅发布《宁夏回族自治区绿色建筑示范项目资金管理暂行办法》，规定当年可开工建设的超低能耗绿色建筑，其中居住建筑面积不小于 3000 平方米，公共建筑面积不小于 10000 平方米；对符合《被动式低能耗建筑技术导则》要求的超低能耗绿色节能建筑示范项目，且实施后建筑节能率达到 90%的，经过竣工验收合格，奖励标准为 200 元/平方米，单一项目奖补金额最多不超过 200 万元。

新疆维吾尔自治区

乌鲁木齐市

2017 年 5 月 7 日，乌鲁木齐市《全面推进绿色建筑发展实施方案》发布，文件对被动式建筑、超低能耗建筑扶持政策进行了明确。要点如下：

- （1）鼓励开展被动式建筑、超低能耗建筑的示范及规模化推广工作；
- （2）对建筑面积超过 1 万平方米达到或优于国家标准的被动式建筑、超低能耗建筑示范项目，给予 10 元/平方米奖励，最高不超过 100 万元；
- （3）超低能耗建筑、被动式建筑的单位和企业，可享受税收优惠政策，按 15% 税率缴纳企业所得税；

(4) 超低能耗建筑、被动式建筑应用项目，市科技部门将列入市级科技计划指南支持领域，享受相关扶持政策；

(5) 改进超低能耗建筑、被动式建筑的金融服务工作，加大绿色信贷支持。

湖南省

2019年6月，湖南省住建厅发布《湖南省绿色建筑发展条例》（征求意见稿），《条例》首次提出全省“符合超低能耗建筑标准建设的居住建筑，因墙体保温技术增加的建筑面积，不计入容积率核算”。

广东省

2019年9月，广东省发改委发布《广东省2019年能耗“双控”工作方案》，方案中明确规定大力开展建筑节能，开展具有岭南特色的超低能耗建筑建设示范，在全省建设3-5个有岭南特色的超低能耗建筑项目。

黑龙江省

2020年2月27日，黑龙江省住房和城乡建设厅印发了《2020年全省建设标准和科技工作要点》，提出：要深入推动建筑能效提升，加强新建建筑节能管理，抓住建筑节能专项设计、节能计算书、保温材料变更及审查、相关节能材料进场检测、节能公示、商品房合同书等关键环节，推动新建建筑全面执行现行节能标准，确保全省建筑节能标准设计执行率和施工执行率达到100%。积极拓展超低能耗建筑试点示范建设，推广低能耗建筑技术综合应用示范项目。

重庆市

2019年9月，重庆市住房与城乡建设厅发布《关于推进绿色建筑高品质高质量发展的意见》，大力推动被动式超低能耗建筑或近零能耗建筑试点示范，培育一批基于整体解决方案的超低能耗或近零能耗示范工程。鼓励设计单位根据项目特点，进行精细化设计，注重被动式绿色建筑技术的集成与应用。

2020年2月25日，重庆市住房和城乡建设委员会制定了《2020年绿色建筑与

建筑节能工作要点》，提出：提升新建建筑能效水平，在保持全市城镇新建民用建筑 100%执行建筑节能强制性标准的基础上，推动全市范围内城镇新建居住建筑执行 65%节能标准，鼓励主城区范围内新建民用建筑执行更高节能标准，积极培育条件适宜的超低能耗和近零能耗示范项目。

山西省

2019年7月，山西转型综合改革示范区管理委员会发布《山西转型综改示范区绿色建筑扶持办法（试行）》，文件规定，获评为近零能耗的建筑，按其地上建筑面积给予 200 元/m²奖励，单个项目最高不超过 300 万元。同时，在计算统计建筑面积时，因节能技术要求超出现行节能设计标准规定增加的保温层面积不计入容积率核算。

2020年4月，山西省住建厅印发了《绿色建筑专项行动方案》，《方案》以降低建筑领域能源资源消耗、减少污染，为人民群众提供高质量建筑产品为核心，对绿色建筑、超低能耗建筑、装配式建筑有了明确的规定，指出要开展绿色建筑、装配式建筑、超低能耗建筑试点示范，引导建筑行业像绿色穿心转型发展，到 2022 年前，省综改示范区、大同国际能源革命科技创新园至少要创建 1 个超低能耗建筑示范项目。

上海市

2019年3月，上海市住房和城乡建设管理委员会发布《关于印发 2019 年本市各区和相关委托管理单位建筑节能工作任务分解目标的通知》，规定推广超低能耗建筑，鼓励和引导各方按照《上海市超低能耗建筑技术导则（试行）》（沪建建材〔2019〕157 号）开展试点，并积极组织开展宣传交流活动。并做好引领示范，推进可再生能源与建筑一体化应用。

2020年4月，上海市住建委发布《上海市绿色建筑管理办法（草案）》，明确鼓励超低能耗建筑的发展，文中提到“加强符合本市气候特点、资源条件的超低能耗建筑技术、标准与产品研发，推广超低能耗建筑示范应用。本市鼓励发展超低能耗建筑，加强符合本市气候特点、资源条件的超低能耗建筑技术、标准与产品研发，

推广超低能耗建筑示范应用。市和区建设行政管理部门、特定地区管委会应当加强对装配式建筑、全装修住宅、BIM技术应用、建筑可再生能源应用、超低能耗建筑等绿色建筑项目的全过程监督管理。

附录二 中国建筑节能协会近零能耗建筑测评管理办法

第一章 总则

第一条 为切实提升我国建筑能效水平，规范超低能耗建筑、近零能耗建筑、零能耗建筑评价工作，引导建筑节能行业健康有序发展，制定本办法。

第二条 本办法所称的近零能耗建筑评价（以下简称“评价”），是指依据国家标准《近零能耗建筑技术标准》GB/T51350-2019 和中国建筑节能协会《近零能耗建筑测评标准》等相关标准，对申请主体提供的建筑物，按照本办法规定的程序和要求，认定建筑能耗水平是否达到超低能耗建筑、近零能耗建筑、零能耗建筑相关节能要求并进行登记信息性标识的评价活动。

第三条 本办法适用于居住和公共建筑评价的组织实施与管理。评价以单栋建筑为对象。

第四条 评价工作分为设计评价、施工评价和运行评价三个阶段。建筑施工图设计文件审查通过后可进行设计评价，建筑物完成竣工验收可进行施工评价，建筑物投入使用 1 年后可进行运行评价。

第五条 评价的申请遵循自愿原则，评价工作遵循科学、公开、公平和公正的原则。

第二章 评价机构

第六条 协会成立近零能耗建筑评价管理办公室（以下简称“评管办”）负责协会的日常评价管理与推广工作，包括选定与监督第三方评价机构、评价管理以及受理查询与投诉事务。

第七条 协会采用国际通用的质量评价手段，授权经协会评审的第三方评价机构对建筑进行评价。

第八条 评管办定期对评价机构进行评定，或组织评价机构间的同行评审，每三年一次公布合格的第三方评价机构名录。

第九条 第三方评价机构负责组织评价资料申报、形式审查和技术预审并开展评价工作。

第三章 评价程序

第十条 申请。评价的申请可由业主单位、房地产开发单位向第三方评价机构提出，鼓励设计单位、施工单位和物业管理单位等相关单位共同参与申请。申请单位应当提供真实、完整的申报材料。

第十一条 形式审查和技术预审。第三方评价机构在收到申请资料后 10 个工作日内进行形式审查和技术预审，若资料齐全，且通过技术预审，则进行评价工作；若预审不合格，申请单位需对材料进行整改后再次提交申请。

第十二条 评价。正式受理评价申请后，第三方评价机构组建评价专家组。评审前至少提前 5 个工作日将申请资料、专家名单（推荐）、评审议程报评管办。评管办批准同意评审方案后，第三方评价机构组织专家进行评审。

第十三条 评审结果报送。评审通过的项目，由第三方评价机构在 10 个工作日内将资料报送评管办；对原则上通过，但需要补充解释性材料或部分内容修改的项目，由申请单位 5 个工作日内根据评审意见提交补充材料或修改内容函复申请第三方评价机构；未通过的项目，第三方评价机构在评审结论做出后 5 个工作日内通知申请单位。

第十四条 结果公示。通过评价的项目以中国建筑节能协会文件在中国建筑节能协会官网（www.cabee.org）进行公示，公示期结束，无异议项目颁发证书并授予标识使用权。

第四章 评价

第十五条 评管办统一规定近零能耗建筑评价证书的格式、内容和近零能耗建筑标识的样式、种类。

第十六条 评价证书应当包括以下基本内容：

- （一）评价申请人名称、地址；
- （二）评价项目名称、地址；
- （三）评价依据；
- （四）评价模式（需要时）；
- （五）发证日期和有效期限；
- （六）发证机构；

(七) 证书编号;

(八) 其他需要标注的内容。

第十七条 预评价和正式评价证书有效期 2 年, 运行评价证书有效期 5 年。

第十八条 有下列情形之一的, 评价申请人应当向评价机构申请评价证书的变更, 由评价机构根据不同情况作出相应处理:

(一) 获证项目名称变化或者获证项目的申请者名称及地址名称发生变更的, 经评价机构核实后, 变更评价证书;

(二) 获证项目施工过程设计变更, 需经专家组重新确认后, 变更预评价证书;

第十九条 有下列情形之一的, 评价机构应当暂停近零能耗建筑证书和标识, 并对外公布:

(一) 建筑物实际情况与评价申报信息要求不符;

(二) 证书或标识的使用超出使用范围;

(三) 项目适用的评价依据或者评价规则发生变更, 规定期限内项目未符合变更要求的;

(四) 跟踪检查中发现参评单位违反评价规则等规定的;

(五) 无正当理由拒绝接受跟踪检查或者跟踪检查发现项目不能持续符合评价要求的;

(六) 评价申请人申请暂停的;

(七) 其他依法应当暂停的情形。

第二十条 有下列情形之一的, 评价机构应当撤销近零能耗建筑证书和标识, 并对外公布:

(一) 建筑物的主要技术指标与申请评价的要求有三项以上不符;

(二) 转让证书和标识或违反有关规定、损害标识信誉;

(三) 以不真实的申请材料获得证书和标识;

(四) 无正当理由拒绝监督检查。

(五) 评价证书暂停期间, 评价申请人未采取整改措施或者整改后仍不合格的;

(六) 评价申请人以欺骗、贿赂等不正当手段获得评价证书的;

(七) 其他依法应当撤销的情形。

被撤销证书和标识的建筑物和有关单位，自撤销之日起三年内不得再次提出评价申请。

第二十一条 评价申请人应当建立近零能耗建筑证书和标识使用管理制度，按照评价规则规定在项目、广告、以及单位介绍等宣传材料中正确使用和标注评价标志。

第二十二条 任何单位和个人不得伪造、变造、冒用、买卖和转让评价证书和评价标识。

第五章 结果采信

第二十三条 项目中如选用获得协会推广目录中的产品或通过绿色建材评价的产品（在有效期内），可直接采信其结果，不必重复检测。

第二十四条 获证项目相关信息纳入中国近零能耗建筑评价项目在线数据库与中国好建筑项目宣传平台，向社会公众公开。

第二十五条 获证项目同时获得中国好建筑商标-华夏好建筑宣传使用权。

第六章 评价费用

第二十六条 协会不收取任何评价费用，评价工作由第三方评价机构组织开展，由第三方机构与申请单位签署服务合同并合理收取相关评价费用。

第七章 监督管理

第二十七条 评价机构有下列情形之一的，协会取消其第三方评价机构的资格，并予以通报：

- （一）增加、减少、遗漏或者变更评价基本规范、评价规则规定的程序的；
- （二）未对其评价的项目实施有效的跟踪调查，或者发现其评价的项目不能持续符合评价要求，不及时暂停或者撤销评价证书并予以公布的；
- （三）未对评价、检查、检测过程作出完整记录，归档留存，情节严重的；
- （四）使用未取得相应资质的人员从事评价、检查、检测活动的，情节严重的；

- (五) 未对评价申请人提供样品的真实性进行有效审查的；
- (六) 在评价前对申请企业做出评价结果承诺的；
- (七) 对不属于近零能耗项目进行项目评价的；
- (八) 向参评企业乱收费（包括赞助费）或索取财物；
- (九) 在评价工作中弄虚作假、与市场主体串通操纵评价结果；
- (十) 泄露参评企业商业秘密和个人隐私；
- (十一) 其他违反法律法规规定的。

第二十八条 第三方评价机构自被撤销指定之日起 3 年内不得再次申请成为第三方评价机构。

第二十九条 公民、法人和其他组织发现相关工作人员在评价工作中不依法履行义务，或者在评价工作中侵犯其合法权益等违法行为，可以向协会和相关部门进行投诉。协会对相关情况进行核实，若情况属实将依法追究相关责任。

第八章 附则

第三十条 本办法由中国建筑节能协会负责解释。

第三十一条 本办法自发布之日起施行。

中国建筑节能协会

2019年8月18日

附录三 证书模板-北京院 C 座科研楼改造项目

证书编号：JLNH2019110001

近 零 能 耗 建 筑 NEARLY ZERO ENERGY BUILDING
项目类型： 公共建筑
建筑名称： 北京市建筑设计研究院有限公司 C座科研楼改造项目
建筑面积： 8651.9 m ²
申请单位： 北京市建筑设计研究院有限公司
测评阶段： 设计阶段
测评结果： 近零能耗建筑
建筑能效值： 建筑综合节能率61% 建筑本体节能率53% 可再生能源利用率11%
测评单位： 中国建筑科学研究院有限公司
说 明： 1. 测评依据：《近零能耗建筑技术标准》GB/T51350-2019； 《近零能耗建筑测评标准》T/CABEE 003-2019 2. 此证有效期满后自动失效
颁证机构： 中国建筑节能协会
有效期限： 2019年11月20日-2022年11月19日
