



Federal Ministry
for Economic Affairs
and Climate Action



中德能源与能效合作

Energiepartnerschaft

DEUTSCHLAND - CHINA

金坛经济开发区综合能效 提升规划与启动区实施方案

中德城镇节能示范项目



版本说明

《金坛经济开发区综合能效提升规划与启动区实施方案》在中德城镇节能示范项目框架下发布。中德城镇节能示范项目作为德国经济和气候保护部（BMWK）和中国国家发改委（NDRC）共同指导下的中德能源与能效合作伙伴项目的重要组成部分，由德国国际合作机构（GIZ）、中节能咨询有限公司（CECEP Consulting）和德国能源署（dena）共同执行。本项目旨在通过为示范园区制定有效和可持续的综合能效规划方案，促进政府间在气候保护领域的合作及为达成共同的碳减排目标提供能效领域的措施和建议。江苏省金坛经济开发区是本次示范项目所在地。本规划为金坛经济开发区制定了综合、全面的能源规划，同时为内部两个示范区域规划了相应能效提升措施。

作为一家德国联邦企业，德国国际合作机构为德国政府实现可持续发展国际合作目标提供相应支持。

发布:

中德城镇节能示范项目
德国经济和气候保护部(BMWK)委托
塔园外交办公大楼1-15,
北京市朝阳区亮马河南路14号
邮编: 100600
c/o
德国国际合作机构(GIZ)

中节能咨询有限公司
受中国国家发展改革委(NDRC)委托
节能大厦16层
北京海淀区西直门北大街42号

项目指导:

Martin Hofmann / 德国国际合作机构(GIZ)
桂华 / 中节能咨询有限公司(CECEP Consulting)
杨建忠 / 金坛经济开发区管委会

项目管理:

Maximilian Ryssel (胡天)、刘文瑾、原祯 / 德国国际合作机构(GIZ)
许明超 / 中节能咨询有限公司(CECEP Consulting)
成全 / 金坛经济开发区管委会 (Jintan EDZ)

作者:

勒内·希格、朱继龙、麦克斯·塔门-格罗斯、路枫博士、德克·弗利博尔、
克劳迪亚·洛施博士 / 茵态综合规划咨询有限公司(Intep - Integrated Planning LLC)
许明超 李笑飞 / 中节能咨询有限公司(CECEP Consulting)
Maximilian Ryssel (胡天)、刘文瑾、原祯 / 德国国际合作机构(GIZ)

排版:

Flow.asia

intep

flow.asia

©北京, 2023年2月

本报告全文受版权保护。截至本研究报告发布前, 德国国际合作机构和相关作者对出版物中所涉及的数据和信息进行了仔细研究与核对, 但不对其中所涉及内容及评论的正确性和完整性做任何形式的保证。本出版物中涉及到的外部网站发行方将对其网站相关内容负责, 德国国际合作机构不对其内容承担任何责任。本文件中的观点陈述不代表委托方的意见。

目录

| | |
|---------------------------------------|----|
| 前言 | 4 |
| 执行摘要 | 6 |
| 缩略表 | 9 |
| | |
| 第一部分 金坛经济开发区综合能效提升规划方案 | 10 |
| | |
| 1. 江苏省金坛经济开发区概况 | 11 |
| 1.1 金坛经济开发区简介 | 11 |
| 1.2 国家和地方能源转型及双碳目标 | 13 |
| 1.3 能源供应现状 | 16 |
| 1.4 能源消费现状 | 19 |
| 2. 金坛经济开发区可再生能源潜力分析 | 25 |
| 2.1 太阳能——光伏 | 26 |
| 2.2 太阳能热利用 | 27 |
| 2.3 风能 | 27 |
| 2.4 生物质能 | 27 |
| 2.5 环境能 | 28 |
| 2.6 金坛垃圾焚烧发电厂余热利用潜力 | 28 |
| 2.7 工业余热利用 | 28 |
| 3. 金坛经济开发区能源发展情景分析 | 30 |
| 3.1 定义和方法 | 30 |
| 3.2 基准情景 | 33 |
| 3.3 能效情景 | 39 |
| 4. 基准情景和能效情景的分析结论 | 46 |
| 4.1 能源消费和二氧化碳排放概述 | 46 |
| 4.2 结果详述：基准情景 | 50 |
| 4.3 结果详述：能效情景 | 54 |
| 5. 园区综合能效提升政策建议 | 59 |
| 5.1 优化能源供给侧结构，以能效提升为基础，推动可再生能源发展 | 59 |
| 5.2 推动传统产业绿色升级，赋能园区绿色可持续发展 | 60 |
| 5.3 优化园区结构布局，提高建筑能效标准，提升建筑领域可再生能源利用比例 | 60 |
| 5.4 促进公共交通及新能源动力车发展，打造可持续交通系统 | 61 |
| 5.5 落实中德城镇节能示范启动区规划建设 | 61 |
| 5.6 保障措施 | 62 |

目录

| | | |
|------|------------------|-----|
| 第二部分 | 金坛经济开发区启动区实施方案 | 63 |
| 1. | 启动区概览 | 64 |
| 1.1 | 启动区简介 | 64 |
| 1.2 | 启动区能源能效目标 | 66 |
| 1.3 | 能源供给 | 67 |
| 1.4 | 能源消费 | 67 |
| 2. | 可再生能源及余热利用潜力分析 | 69 |
| 2.1 | 光伏 | 69 |
| 2.2 | 太阳能热利用 | 71 |
| 2.3 | 环境能 | 71 |
| 2.4 | 工业余热 | 71 |
| 3. | 启动区能源发展情景分析 | 73 |
| 3.1 | 启动区能源能效规划现状 | 73 |
| 3.2 | 基准情景和能效情景 | 76 |
| 3.3 | 不同情景下能源供给和消费对比分析 | 78 |
| 3.4 | 挑战与机遇 | 79 |
| 4. | 启动区综合能效提升实施路径 | 81 |
| 4.1 | 能源供给 | 82 |
| 4.2 | 能源消费 | 82 |
| 4.3 | 能源分配和存储 | 83 |
| 4.4 | 建立能源管理平台 | 84 |
| 4.5 | 配套政策支持 | 84 |
| 5. | 启动区综合能效提升具体措施 | 86 |
| 5.1 | 能效地块 | 86 |
| 5.2 | 措施目录 | 92 |
| 附件一： | 相关基础支持数据 | 96 |
| 附件二： | 启动区项目清单 | 102 |
| 附件三： | 其他措施建议 | 113 |

前言

亲爱的读者和朋友们,

城镇温室气体排放占到全球温室气体排放的60%，与此同时，由于城镇人口密集度高，全球气候变暖对城市的负面影响将会更大。因此，城镇必须更加积极地应对气候危机。同时，由于城镇能源部门的消费占到了全球能源消费的78%，因而城镇能源部门的去碳化也至关重要。

成功的城镇能源转型需要在能效提升及能源结构优化等领域协同推进，这就需要综合能效提升方案来引领整体的规划和具体的实施。通过综合考虑能源、工业、交通、建筑等各部门的能源消费及能源供应情况，综合能效提升方案将为整个园区层面提供节能潜力分析及在整体能源消费中提升可再生能源的措施。

德国政府和城镇区域拥有编制综合能效提升规划的丰富经验。自2008年以来，德国经济和气候保护部（BMWK）支持的德国国家气候倡议（NKI）项目，为2400多个地方综合气候与能源规划提供了资金支持。这也是中德城镇节能示范项目正在做的事情。

中德城镇节能示范项目（“本项目”）是由德国经济和气候保护部（BMWK）和中国国家发展改革委员会（NDRC）共同指导的中德能效与能源合作伙伴项目的重要组成部分之一。本项目的目标是通过在城镇试点和推广综合能源规划，从而发掘中国现有的、经济上可行的节能减排潜力，为地方气候保护作出贡献。为此，江苏省金坛经济开发区（“金坛经开区”）被选定为项目示范园区，将为中国其他经济开发区及城镇地区起到示范作用。

根据金坛经开区的实际情况，项目执行方编制了金坛经济开发区综合能效提升规划方案（“规划方案”）。方案也是本项目一期（2020-2022）年的重要成果之一。根据对金坛经开区可再生能源和节能潜力的分析，规划方案对金坛经开区的能源和碳排放情况设置了不同的情景分析，同时提出了相应的政策建议。

我希望我们共同编制的规划方案能够为金坛经开区能效提升和发掘可再生能源潜力做出贡献，也能够进一步为中国实现“双碳”目标提供一个示范标杆。

祝大家阅读愉快！



Martin Hofmann
气候、能源、环境与生物多样性领域主任
德国国际合作机构（GIZ）

前言

党的二十大报告提出，积极稳妥推进碳达峰碳中和，立足我国能源资源禀赋，坚持稳中求进，有计划分步骤实施碳达峰行动，深入推进能源革命，加快规划建设新型能源体系，积极参与应对气候变化全球治理。中国政府始终重视节能和提高能效对于应对气候变化的重要作用，并与包括德国在内的许多国家开展了密切合作。

2014年，中国国家发展改革委和德国联邦经济和气候保护部签署了《中德节能和提高能效领域合作纲要》，同意共同推进城镇节能、能效网络小组和重点用能单位节能诊断示范项目及合作。中节能咨询有限公司作为城镇节能示范项目的中方执行单位和德方执行单位德国国际合作机构（GIZ）一起负责项目实施。

城镇节能示范项目聚焦各类园区及中小城镇节能，从区域性和系统性角度出发，研究综合能效提升的技术路线和相关途径，总结国际国内先进经验和实践，为中国园区碳达峰碳中和提供助力。

2022年，在中德两国政府部门的指导和支持下，执行单位克服疫情带来的不利影响，按计划完成了城镇节能示范园区的遴选推荐、示范园区的实地考察和调研、示范园区综合能效提升规划的编写以及针对各利益相关方的六次能力建设培训会，取得了丰硕成果。

作为中德能效合作第一个综合能效示范园区，江苏金坛经济开发区综合能效提升规划涵盖了能源及能效现状分析、情景分析、重点项目布局等，对于园区能效提升具有较强的指导意义。规划的编制过程中充分借鉴了德国及国际能效提升的先进经验，根据金坛经济开发区的资源禀赋，在产业能效、建筑能效、能源生产等方面提出了站位高、可操作性强的能效提升目标和实施途径，对于中国园区综合能效提升具有重要的示范作用。

本规划的顺利编制完成是中德双方共同努力合作的结果，在此我衷心感谢国家发展改革委和德国经济气候部对项目的指导，以及我们的合作伙伴——德国国际机构（GIZ）在项目执行过程中提供的重要支持，希望本项目的先进经验和最佳实践可以成为中国其他各类园区综合能效提升的重要参考，助推中国“双碳”目标的实现。



霍中和
中节能生态产品发展研究中心董事长

执行摘要

为推动中国城镇领域的低碳发展和能源转型，在中国国家发展和改革委员会（NDRC）和德国联邦经济与气候保护部（BMWK）指导下，德国国际合作机构（GIZ）、德国能源署（dena），和中节能咨询公司（CECEP Consulting）共同实施中德“城镇节能”示范项目（以下简称“本项目”）。经过筛选，江苏金坛经济开发区（以下简称“金坛经开区”）成为第一个中德城镇节能示范园区，通过为金坛经开区制定综合能效提升规划，介绍和引进德国和国际上的低碳园区综合能源规划领域的经验及最佳实践、相关技术标准、低碳技术路径等，推动金坛经开区能源生产、传输、终端消费和回收等各个环节的绿色低碳转型。在此基础上，选择金坛经开区中的两个片区作为启动区域，在为启动区制定综合能效提升规划的同时，探索关键领域实现双碳目标和城镇/工业园实现综合能效提升的发展路径，并对具体措施和项目进行了建议，以推动后续具体项目的实施落地。

金坛经开区作为省级经济开发区，位于江苏省常州市金坛区内，地处长三角核心地带，总面积约80平方公里，居住人口约8万5千人。经过近30年的高速发展，金坛经开区已成为长三角地区领先的高新技术产业基地，工业用地占建设用地比例约为69%，225家规模以上工业企业汇聚于此，涉及产业包括新能源汽车、光伏和电池、化工和新材料、高端装备制造等。2020年，地区生产总值（GDP）达到425亿元人民币（约60亿欧元）。

金坛经开区能源供应主要依靠外购化石燃料，包括煤、天然气和液态燃料，电力来源于区域电网，可再生能源在能源供应体系中的占比很低，约为1%。大唐燃气热电厂，加怡燃煤热电厂及金坛垃圾焚烧发电厂为园区主要能源供应企业，年发电潜力约为50亿千瓦时，年供热潜力约为1300万吉焦。园区建设了集中供热网络，以满足工业企业用热需求。建筑领域主要采用分布式空调进行供热（冷）。交通领域以传统能源汽车为主，新能源汽车占比约为2%。

2021年，金坛经开区一次能源消费总量约130万吨标煤，其中天然气占三分之二以上，其次是煤炭和石油，可再生能源占比较小，约为1%。终端能源消费主要来自工业部门，占比86%，其中规模以上工业企业终端能耗约占工业部门能耗总量的90%，且多数企业单位产品能耗达到了行业先进水平。交通部门和建筑部门的终端能源消费量分别占12%和2%。

要实现“双碳目标”，一方面要通过能效提升降低园区能耗强度，另一方面要建设绿色低碳能源供应体系。基于现有数据，结合现场调研，金坛经开区可再生能源年利用技术潜力约为16万吨标煤，以分布式屋顶光伏和垃圾焚烧发电为主，地热、工业余热、风能等为辅，远低于园区2021年终端能源消费量。

基于以上园区能源现状和可再生能源利用潜力，该综合能效提升规划以2021年为基准，对工业、建筑、交通三个部门2025年（短期）、2030年（中期）和2060年（长期）几个关键节点的未来能源消费和可再生能源的供应情况进行了情景分析，分为基准情景和能效情景。基准情景，基于金坛经开区过往的发展经验和现有的经济和发展规划，为未来设定了较为保守的能效目标，并引入和介绍了当前实施潜力较大能效措施、技术路径等。能效情景，在基准情景的基础上，提出了更高的能效目标和可再生能源潜力开发目标，对标德国及欧洲先进标准，并引入创新的技术措施和最佳案例，进一步加速金坛经开区各个行业的脱碳进程。

| 部门 | | 基准情景 | | | | 能效情景 | | | |
|----|---------------------|--|------|------|------|---|------|------|------|
| | | 2025 | 2030 | 2035 | 2060 | 2025 | 2030 | 2035 | 2060 |
| 工业 | 与2021年相比，单位GDP能耗下降率 | 12% | 20% | 30% | 45% | 20% | 30% | 45% | 60% |
| | 措施 | <ul style="list-style-type: none"> 国内先进且成熟技术措施 工业企业能效都到了行业领先水平 | | | | <ul style="list-style-type: none"> 基准情景中的所有措施 欧洲创新技术脱碳路径和最佳实践 | | | |
| 建筑 | 与2021年相比，建筑能效提升率 | 15% | 30% | 40% | 50% | 30% | 40% | 50% | 60% |
| | 措施 | <ul style="list-style-type: none"> 提高能效标准 被动房和产能房示范项目 既有建筑节能改造 提升建筑设备能效 建筑部门可再生能源利用 | | | | <ul style="list-style-type: none"> 基准情景中的所有措施 规模化推广被动房和产能建筑 其他推动建筑领域脱碳的技术路径 | | | |
| 交通 | 电动汽车在新车销量中的占比 | 25% | 50% | 80% | 100% | 30% | 60% | 100% | 100% |
| | 电动汽车在汽车总量中的占比 | 5% | 10% | 15% | 40% | 10% | 20% | 30% | 80% |
| | 氢燃料汽车数量 | 5 | 50 | 200 | 500 | 10 | 100 | 500 | 1000 |
| 能源 | 可再生能源利用 | <ul style="list-style-type: none"> 光伏 太阳热能 垃圾焚烧发电 | | | | <ul style="list-style-type: none"> 光伏 太阳能光热 垃圾焚烧发电 秸秆资源利用 风能 地热能 绿电和绿氢 | | | |

重点行业碳达峰发展目标清单

基准情景和能效情景下的分析结果表明，金坛经开区均可完成2030年前碳达峰和各部门的能效目标，碳达峰值分别约为430万吨和380万吨。工业作为金坛经开区的核心部门，其二氧化碳排放量长期占全区总排放量的80%以上，工业部门能效的提升和能源结构的优化对金坛经开区实现“双碳”目标具有关键意义。两种情景下的能源供给均以化石能源为主，相比基准情景，能效情景下可再生能源利用率有所提高，2030年从6%增加到7%，2060年从9%增加到25%，但均不能满足园区可再生能源利用目标，因此可以通过购买绿电和绿氢进一步优化能源结构。此外，能效情景下，二氧化碳排放量显著降低，2030年降低12%，2060年降低42%，实现碳中和目标的难度远低于基准情景。然而两种情景下，2060年实现碳中和目标均有一定挑战，仍需要通过碳捕集、碳汇、碳封存（CCS）、绿氢等技术途径以实现额外减排，或通过排放交易系统、绿电制度等加速碳中和进程。

由于金坛经开区持续的经济发展、新工业企业的设立、城区扩张、汽车保有量的快速增长以及生活水平的提高，基准情景下，园区的终端能源消费预计将从2021年90万吨标煤增加到2030年150万吨标煤，能效情景下2030年为135万吨标煤，减少了15万吨标煤。园区能源消费以工艺用热为主，其次为电力和交通领域。2030年之后，由于能效措施的落实，工业终端电气化率提高及交通领域电动汽车保有量增加，工艺用热占比持续下降，电力逐渐主导终端能源消费。

经过分析，金坛经开区作为全国首个“中德城镇节能示范园区”，正面临如下诸多挑战：

- 95%以上的能源消耗来自于化石能源，其中天然气占了三分之二以上，煤炭约占20%，且可再生能源的利用潜力较低。
- 工业部门占园区总能源消耗的80%以上，且多数企业单位产品能耗已达到行业先进水平，进一步提升能效挑战较大。
- 由于金坛经开区持续的经济发展、新工业企业的设立、城区扩张、汽车保有量的快速增长以及生活水平的提高，各个部门的能源需求将在2030年前持续快速增长。

此外，缺少一个跨部门，包含具体目标、针对性措施、具体项目的系统性战略和实施方案。

为了克服以上挑战，确保2030年实现达峰，并尽可能降低峰值，基于分析结果，作者为金坛经开区的能效提升、绿色转型提出了以下政策建议：

- (1) 优化能源供给侧结构，以能效提升为基础，推动可再生能源发展；
- (2) 推动传统产业绿色升级，赋能园区绿色可持续发展；
- (3) 优化园区结构布局，提高建筑能效标准，提升建筑领域可再生能源利用比例；
- (4) 促进公共交通及新能源动力车发展，打造可持续交通系统；
- (5) 落实金坛经开区启动区规划建设；
- (6) 落实保障措施。

在金坛经开区综合能效提升规划的基础之上，本项目通过实地调研及充分分析，为启动区制定了更加具体、可落地实施的综合能效提升方案。方案首先对启动区的发展现状、能源消费和供给现状以及能效提升目标等进行了分析；其次结合启动区的发展规划、本地可再生能源及余热利用潜力，对未来的能源消费和供给进行了情景分析；在此基础上，为启动区各领域及主要环节的综合能效提升规划了实施路径；最后，结合启动区的具体规划，分别为能源供给、工业、建筑、交通等核心部门定制了具体能效措施和项目实施建议。措施建议根据启动区现状和本方案中的分析，分为短期和中长期措施，逐步推进启动区实现关键领域的双碳目标和园区综合能效提升。

缩略表

| | | | |
|-----------------|------------------------------------|-------------------|-----------|
| °C | 摄氏度 | Jintan EDZ | 江苏金坛经济开发区 |
| CDD | 空调度日数 | km | 千米 |
| CHP | 热电联产 | km ² | 平方千米 |
| COP | 性能系数 | kW | 千瓦 |
| CO ₂ | 二氧化碳 | kWh | 千瓦时 |
| CCS | 碳捕集和储存 | m ² | 平方米 |
| CCUS | 碳捕获、利用与封存 | m ³ | 立方 |
| d | 日 | mm | 毫米 |
| EUR | 欧元 | MW | 兆瓦 |
| GDP | 国内生产总值 | NDCs | 国家自主贡献 |
| GW | 吉瓦 | PV | 光伏 |
| GWh | 吉瓦时 (1吉瓦时=1,000,000千瓦时) | RMB | 人民币 |
| GWh/a | 吉瓦时/年 | t | 吨 |
| HDD | 采暖度日数 | tce | 吨标煤 |
| ha | 公顷 (1公顷=10,000平方米, 100公顷=1平方千米) | t CO ₂ | 吨二氧化碳 |

第一部分

金坛经济开发区 综合能效提升规划方案

方案第一部分主要对金坛经济开发区整体进行了综合能效提升规划。首先对金坛经开区基本情况、能源供给和能源消费现状及工业、建筑和交通部门能源消费情况进行了梳理，并进一步对可再生能源应用潜力进行了分析；进而结合国家及地方的能源转型及双碳目标，通过情景分析的方法，分析了金坛经开区在基准情景和能效情景下能源消费和二氧化碳排放的情况，并进一步比对了通过实施能效措施，对当地能源转型的积极作用。在此基础上，提出了园区综合能效提升政策的建议。



1 江苏省金坛经济开发区概况

1.1 金坛经济开发区简介

金坛经济开发区概况

江苏省金坛经济开发区(以下简称“金坛经开区”)作为省级经济开发区,于1993年11月经江苏省人民政府批准设立,并于1994年正式挂牌成立。金坛经开区坐落于江苏省常州市金坛区内,地处长三角核心地带,总面积约80平方公里。经开区内辖金城科技产业园(37平方公里)、中德(常州)创新产业园(27平方公里)以及常金同城化点状发展区(15平方公里)等核心区块,其地理区位如下图1-1所示。



图 1-1 金坛经开区地理位置

经过近30年的高速发展,金坛经开区已成为长三角地区领先的高新技术产业基地,同时也是常州的领先的智能制造中心。大约2800家高新技术工业企业汇聚于此,涉及产业包括新能源汽车、光伏、化工和新材料、高端装备制造等。截止2020年底,金坛经开区国内生产总值(GDP)达到425亿元人民币(约60亿欧元),从2016年到2020年,GDP年均增长约17.5%。此外,金坛经开区已制定了长期经济发展规划,目标是成为长三角地区的国际合作示范区和生态及绿色创新中心,尤其是在中德合作领域。金坛经开区的关键发展指标如表1-1。

表 1-1 金坛经开区关键指标和未来规划¹

| | 2020年 | 2035年 |
|--------|---------|----------|
| 人口 | 85,000 | 100,000 |
| 国内生产总值 | 425亿人民币 | 1080亿人民币 |
| 占地面积 | 3085公顷 | 5235公顷 |
| 工业用地占比 | 69% | 63% |
| 住宅用地占比 | 8% | 8% |
| 商业用地占比 | 1% | 1% |
| 绿地面积占比 | 4% | 11% |

气候条件²

金坛经开区处于亚热带季风区，四季分明，日照充足。整体气候特点是夏季潮湿且持续多雨，5月至8月降水达到峰值。气温在6月至9月间最高，11月至次年3月间最低。尽管冬季气温较低，但由于金坛经开区位于中国供暖分界线以南，因此没有集中供暖的基础设施。所以建筑供暖和制冷都由空调提供。金坛经开区的主要气候指标总结如下：

- 年平均降水量：1108.1毫米
- 年平均湿度：78%
- 月平均最高温度（7月）：28.6℃
- 月平均最低温度（1月）：3.6℃
- 空调度日数（CDD26）：187
- 采暖度日数（HDD18）：1726



1 数据来源：《江苏省金坛经开区控制性详细规划》，2021年编制

2 相关数据可从以下网址查找：<http://www.nmc.cn/publish/forecast/AJS/jintan.html> 和 <http://www.jianbiaoku.com/webarbs/book/1033/2904579.shtml>

1.2 国家和地方能源转型及双碳目标

在2020年9月的联合国大会上，中国国家主席习近平承诺，中国将在2030年前实现碳达峰，并在2060年前实现碳中和³。为实现碳达峰和碳中和的目标（以下简称“双碳目标”），中国必须平衡资源紧张、环境影响与经济增长之间的关系，以实现可持续发展。2020年，中国公布了调整后的国家自主贡献（NDCs）目标及措施⁴，其中包括以下内容：

- 到2030年，中国单位GDP二氧化碳排放将比2005年下降65%以上；
- 到2030年，非化石能源占一次能源消费比重将提升至25%左右；
- 到2030年，森林蓄积量将比2005年增加60亿立方米；
- 到2030年，风电、太阳能发电总装机容量将达到12亿千瓦以上。

能源转型目标

为实现双碳目标，政府制定了“1+N”政策体系引导中国的能源转型。2021年10月印发的《2030年前碳达峰行动方案》（国发〔2021〕23号）（以下简称“《行动方案》”）。《行动方案》为中国未来十年的能源转型设定了具体目标，包括可再生能源大规模扩建和打造低碳发展的社会、经济和产业。这些目标旨在实现2030年碳达峰。下表1-2中总结了《行动方案》中的一些具体目标。

表 1-2 重点行业碳达峰发展目标清单⁵

| 类别 | 到2020年 | 到2035年 |
|-----------|---|---|
| 新能源转型 | <ul style="list-style-type: none"> • 新型储能装机容量达到3000万千瓦以上 • 新增水电装机容量4000万千瓦 | <ul style="list-style-type: none"> • 风电、太阳能发电总装机容量达到12亿千瓦以上 • 额外再新增水电装机容量4000万千瓦 • 抽水蓄能电站装机容量达到1.2亿千瓦 |
| 煤炭消费 | <ul style="list-style-type: none"> • 达到煤炭消费的峰值 | |
| 工业部门低碳发展 | <ul style="list-style-type: none"> • 2020年起，规模以上工业单位增加值能耗下降13.5% | |
| 城乡建设低碳发展 | <ul style="list-style-type: none"> • 全面落实新建建筑绿色标准 • 城镇建筑可再生能源替代率达到8% • 新建公共机构建筑、新建厂房屋顶光伏覆盖率力争达到50% | |
| 交通绿色低碳行动 | | <ul style="list-style-type: none"> • 带动新能源和清洁能源动力汽车占当年新车销量的40% • 营运车辆的碳排放强度比2020年水平下降约9.5% • 城区常住人口100万以上的城市绿色出行比例不低于70% • 民用运输机场场内车辆装备等力争全面实现电动化 |
| 巩固和提升碳汇能力 | | <ul style="list-style-type: none"> • 全国森林覆盖率达到25% • 森林蓄积量达到190亿立方米 |

3 联合国，“习近平主席在第七十五届联合国大会一般性辩论上的讲话”，2020年9月22日，参见 https://statements.unmeetings.org/statements/10.0010/20200922/cVOFMr0rKnhR/qR2WoyhEseD8_en.pdf。

4 资料来源：《中国应对气候变化的政策与行动（2021）》

5 资料来源：《2030年前碳达峰行动方案》（国发〔2021〕23号）

金坛经开区的能源转型及双碳目标

2019年,金坛区发改局发布了《常州市金坛区能源发展规划(2017-2035)》,以2017年为规划现状及规划基础年,2025年为近期规划水平年,远期展望至2035年。规划提出了一系列关键目标,包括能源消费总量、能耗强度、能源结构、可再生能源发展和能源效率等。具体目标如下表1-3所示。

表 1-3 金坛经开区的能源转型和“双碳”目标

| 类别 | | 发展目标(短期、中期、长期) ⁶ |
|--------------------------|------|---|
| 能源消费总量和碳排放量 ⁷ | | <ul style="list-style-type: none"> 金坛经开区应在2030年前实现碳达峰,2060年前实现碳中和 |
| 能耗强度 ⁸ | | <ul style="list-style-type: none"> 到2025年,单位GDP能耗比2020年下降12-15% 到2030年,单位GDP能耗比2020年下降20-30% |
| 能源结构 ⁹ | | <ul style="list-style-type: none"> 到2025年,金坛经开区非化石能源消费比重达到8-12%¹⁰ 到2030年,金坛经开区非化石能源消费比重达到12-15% |
| 可再生能源 ¹¹ | 光伏 | <ul style="list-style-type: none"> 到2025年,金坛经开区屋顶分布式光伏新增装机容量预计约25万千瓦,年发电量约3.2亿千瓦时。 到2025年,新建建筑屋顶光伏覆盖率: <ul style="list-style-type: none"> 政府建筑达到50% 学校、医院、村委会等公共建筑达到40% 工商业厂房达到30% 个人住宅达到20% |
| | 生物质能 | 到2025年,至少建设一个垃圾焚烧发电项目 |
| | 地热能 | 地热能利用示范项目,如通过地源热泵进行区域供热 |
| | 风能 | <ul style="list-style-type: none"> 分布式风电示范工程 远期预计新增45兆瓦风力发电装机容量¹² |
| 建筑 ¹³ | | <ul style="list-style-type: none"> 从2021年起,新建建筑100%达到《绿色建筑标准(2021)》(一星级) 根据2021年版《江苏省居住建筑热环境和节能设计标准》,从2021年起,新建住宅建筑能效由65%提高到75% 根据2020年颁布的《江苏省超低能耗居住建筑技术导则(试行)》,推进超低能耗建筑示范项目 到2025年建筑部门可再生能源利用率:8% |

6 资料来源:《常州市金坛区能源发展规划(2017-2035)》

7 数据来源:与金坛经开区实地访谈结果

8 数据来源:与金坛经开区实地访谈结果

9 数据来源:《常州市金坛区能源发展规划(2017-2035)》

10 请访问以下网址: http://fzggw.jiangsu.gov.cn/art/2022/7/11/art_283_10541118.html

11 资料来源:《常州市金坛区创建全国整县(市、区)屋顶分布式光伏开发示范区指导意见(试行)》

12 资料来源:《江苏省常州市分散式风电规划(2019-2025)》

13 资料来源:《常州市“十四五”绿色建筑高质量发展“十四五”规划》,2022年颁布

| 类别 | 发展目标 (短期、中期、长期) ⁶ | |
|----|--|--|
| 交通 | <ul style="list-style-type: none"> • 新能源汽车 | <ul style="list-style-type: none"> - 到2025年, 新能源汽车占当年新车销量的25%¹⁴ - 到2035年, 新能源汽车占当年新车销量的80%¹⁵ |
| | <ul style="list-style-type: none"> • 充电桩 | <ul style="list-style-type: none"> - 到2025年建成200个充电桩 - 到2030年建成500个充电桩 |
| | <ul style="list-style-type: none"> • 城市新增和更新的公共交通新能源汽车比例 | <ul style="list-style-type: none"> - 到2025年, 达到80% - 到2030年, 达到100% |
| | <ul style="list-style-type: none"> • 氢能公交车及氢能基础设施, 到2030年建成 | <ul style="list-style-type: none"> - 1-2个加氢站 - 1-2条氢燃料电池公交线路 - 5-10辆氢燃料电池公交车 |

¹⁴ 请访问以下网址: http://www.changzhou.gov.cn/ns_news/961164298820394

¹⁵ 资料来源: 《金坛区加油加气充电设施规划》, 2019年颁布

1.3 能源供应现状

金坛经开区支柱产业以工业企业为主，2021年，能源消费总量约为90万吨标煤，能源消费总量增速较快，能耗强度相对国际先进水平较高。金坛经开区的能源结构，主要依靠外购化石燃料，包括煤、天然气和液态燃料，电力也以外购电为主，可再生能源在能源供应体系中的占比很低，约为1%。园区主要能源供应企业是大唐国际金坛热电厂（以下简称“大唐热电”）和江苏金坛加怡热电厂（以下简称“加怡热电”）。金坛垃圾焚烧发电厂于2022年7月建成并网，主要用于发电。



图 1-2 金坛经开区能源基础设施分布

电力供应

截止2018年，金坛经开区的电力供应主要依靠外购电，因为当地主要的发电厂加怡热电的年发电量较低，仅为3亿千瓦时。2019年，装机容量为90万千瓦的大唐热电投入使用以后，年发电量达到44.74亿千瓦时，使得金坛经开区的电力供应能力有了明显提升。

此外，光伏产业是金坛经开区的核心产业之一。到2021年，金坛经开区的光伏装机容量达到8.2万千瓦¹⁶，以屋顶太阳能光伏系统为主，如亿晶光电的3万千瓦屋顶光伏电站(图1-3)、永臻科技（常州）有限公司（以下简称“永臻科技”）的1万千瓦屋顶光伏电站、蜂巢能源科技（SVOLT）的1万千瓦屋顶光伏电站等。由于缺乏光伏发电的完整数据，根据2021年光伏装机容量和金坛的光照资源条件，预计年光伏发电量可达到约1.07亿千瓦时。¹⁷

另外，为解决城市生活垃圾问题，优化能源结构，2022年7月投运的金坛垃圾焚烧发电项目设计规模为日处理垃圾1000吨，年发电量可达1.75亿千瓦时。

表1-4汇总了金坛经开区主要发电基础设施的总装机容量和年发电潜力。2021年实际发电量约为32亿千瓦时，已超过金坛经开区的本地电力需求（约30亿千瓦时）。

16 数据来源：金坛经开区统计数据

17 资料来源：《常州市金坛区创建全国整县（市、区）屋顶分布式光伏开发示范区指导意见（试行）》

表 1-4 金坛经开区的电力装机容量和 2021 年实际发电量

| 序号 | 项目 | 装机容量 (兆瓦) | 发电潜力 (亿千瓦时) | 2021 年实际发电量 (亿千瓦时) |
|----|-----------|-----------|--------------------|--------------------|
| 1 | 大唐热电 | 900 | 44.74 | 30.38 |
| 2 | 加怡热电 | 36 | 3 | 1.21 |
| 3 | 光伏 | 82 | 1.07 ¹⁸ | 1.07 |
| 4 | 金坛垃圾焚烧发电厂 | 30 | 1.75 | — ¹⁹ |
| | 总计 | 1048 | 50.56 | 32.66 |

金坛经开区内没有风力发电和水力发电设施，但中国第一个盐穴压缩空气储能试验示范项目已在金坛经开区附近建成。该项目一期发电装机容量为6万千瓦，储能容量为30万千瓦时，年发电量约为1亿千瓦时，已于2021年并网。从长远来看，该项目将扩容到100万千瓦，并成为华东地区一处大型储能基地。

图 1-3 亿晶光电屋顶光伏项目 (3万千瓦)²⁰

18 根据《金坛区能源发展规划（2018-2035）》，金坛区的屋顶光伏日利用时数约为5.5小时。

19 该金坛垃圾焚烧发电厂刚刚建成（2022年7月），因此在2021年没有发电。

20 资料来源：亿晶光电企业资料

供热和供冷

金坛经开区的供热以工业企业所需的工艺用热为主。为满足工业企业用热需求及提升能效，金坛经开区建设了以热电联产为主的集中供热式系统，主要包括年供热678万吉焦的大唐热电和年供热约650万吉焦的加怡热电和约50多公里长的供热管网，集中供热半径达15公里。

从2000年到2018年，加怡热电是金坛经开区内工业企业唯一的集中供热源。在过去的三年里，其供热量从588万吉焦稳步增长到617万吉焦时。自2019年大唐热电投产以来，大唐热电的供热量迅速提升，从2019年的28万吉焦上升到2021年的229万吉焦时，增幅逾8倍。随着越来越多的企业接入热网，预计大唐热电2022年供热量将比2021年增加15%，2023年比2021年增加60%，2024年比2021年增加80%，到2024年大唐热电供热量预计将达412万吉焦左右（约占其总供热能力的60%）。图1-4显示了2019年至2021年金坛经开区的集中供热发展情况。

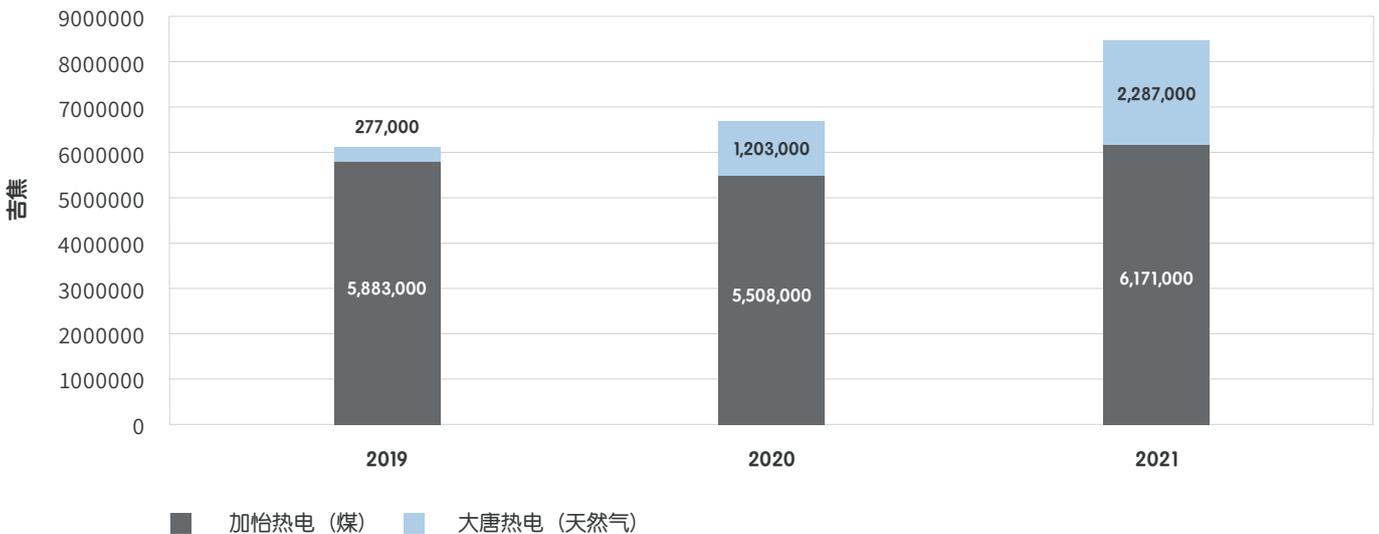


图 1-4 2019-2021年金坛经开区工业企业集中供热情况²¹

对于居住建筑、公共建筑和商业建筑，金坛经开区没有建设集中式区域供热系统。在需要供暖时，通常采用相对能耗较高的空调系统。一般情况下，居住建筑每个房间需要一台空调供暖，即每套住宅内有1至3台空调。中央空调系统只在酒店和公共建筑中比较常见。电暖器和热风机也常作为补充或交替使用。此外也有居住建筑使用小型壁挂炉进行取暖。

制冷则主要通过居民家中的分散式空调系统。在夏季，如室温超过26℃（大约从6月开始），室内将启动空调并降温到20至26℃。未来，出于居民对舒适度的要求提高或者极端高温时间变长的预期，上述供暖和制冷情况可能会有所调整。区域现有建筑主要按照建筑节能65%标准以及更低级别的能效标准进行建设，能效提升潜力较大。

交通部门

根据金坛区相关交通发展规划以及经济发展和人口规模等指标，估计2021年金坛经开区的机动车数量约为26,800辆²²，包括私家车、出租车、公交车、快递车等。估算新能源汽车数量约为590辆，约占机动车总数的2.2%²³，其中以电动汽车为主。此外，在过去的几年中，金坛经开区在促进交通基础设施（如充电桩）建设方面也取得了一定成果。

金坛经开区内没有区内轨道交通，因此，出行的交通工具以机动车为主，使用传统化石，如汽油、柴油和天然气。这些燃料大部分来自外购，对碳排放和空气质量造成了较大影响。

21 资料来源：大唐热电厂和金坛加怡热电厂企业资料

22 2021年金坛区机动车保有量为17.2万辆，其中新能源汽车保有量为3739辆，占比约2.2%。根据金坛区（54.52万）和金坛经开区（8.5万）的人口比例，2021年金坛经开区的机动车数量估计为26,800辆，其中新能源汽车的数量约为590辆。资料来源：金坛经济开发区。

23 请访问以下网址：<https://baijiahao.baidu.com/s?id=1721832497302463092>

1.4 能源消费现状

金坛经开区的一次能源和终端能源消费概况

2021年，金坛经开区一次能源消费总量约130万吨标煤，其中天然气占三分之二以上，其次是煤炭和石油，可再生能源占比较小，约为1%。

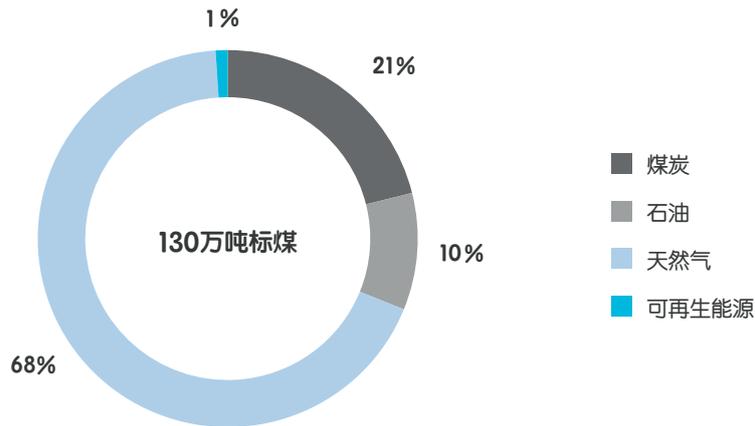


图 1-5 2021年金坛经开区一次能源消费（单位：万吨标煤/年）²⁴

此外，如图1-6所示，集中供热在终端能源消费中占主导地位，约为46%，其次是电力和交通，分别为41%和12%。建筑领域的天然气消耗（主要用于热水和烹饪）在能源消费中的占比较小，约为1%。

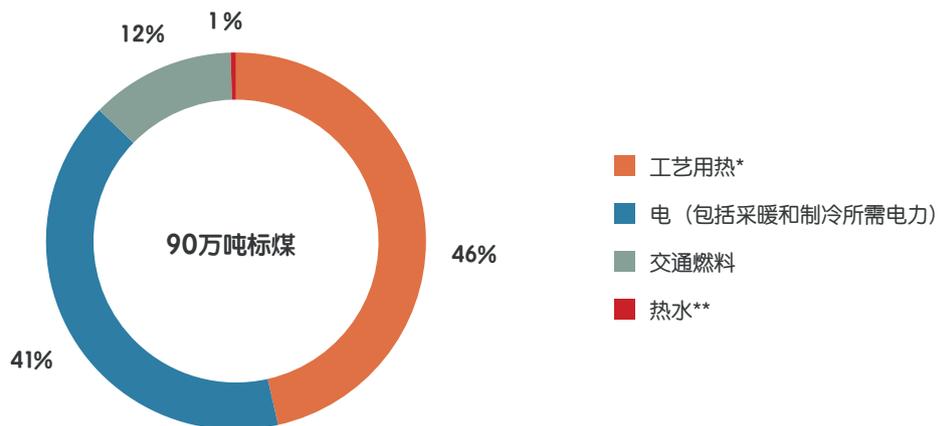


图 1-6 2021年金坛经开区终端能源消费（*：包括工业的天然气需求；**：包括部分用于烹饪的天然气需求，部分热水依靠电力）²⁵

²⁴ 数据来源：金坛区统计数据。

²⁵ 来源：金坛区统计数据。

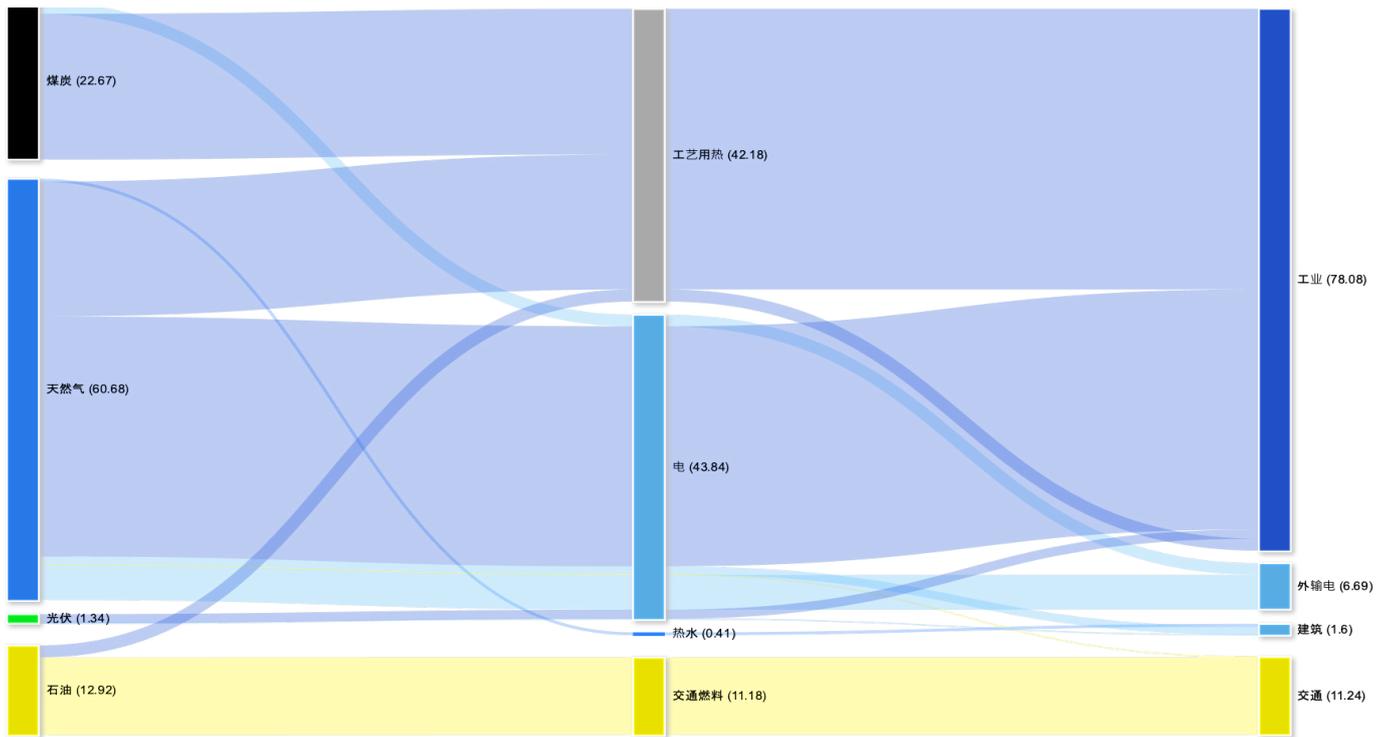


图 1-7 2021年金坛经开区的能量流情况 (单位: 万吨标煤)²⁶

如图1-7所示, 2021年金坛经开区能源消费总量约为90万吨标煤(不含外供电), 其中工业部门能源消费量约为78万吨标煤, 占能源消费总量约86%, 是最大的能源消费部门。交通部门和建筑部门的能源消费量分别是11.24万吨标煤(占比12%)和1.58万吨标煤(占比2%)²⁷

²⁶ 数据来源: 金坛区统计数据。请注意, 金坛当地发电部分成为外供电。

²⁷ 对于建筑部门, 由于商业建筑和公共建筑数据缺乏支撑, 本规划只考虑了住宅建筑。

工业部门的能源消费

根据金坛经开区225家规模以上工业企业²⁸相关统计数据，2021年能源消费总量约为70.2万吨标煤²⁹，约占工业部门终端能源消费总量的（78万吨标煤）的90%³⁰。

为进一步分析金坛经开区工业企业能源消费结构，选取了金坛经开区能耗排名前20的企业³¹进行了分析，上述企业主要来自于光伏和电池、化工和材料与制造业。图1-8展示了上述企业所在行业的能耗占比及行业分布情况。2021年，这20家企业的电力和天然气消费总量³²约为24万吨标煤，约占金坛经开区规模以上工业企业电力和天然气消费总量的80%。尽管其他能源载体（石油、煤炭、工艺用热等）消费量数据支撑不足，但仍然可以显示出产业结构特征及其能源消费在金坛经开区工业企业中能源消费的相对比例。这20家大型能耗企业对金坛经开区工业部门的能源消费总量有着举足轻重的影响。这同时也表明，这20家大型能耗企业的能效提升对金坛经开区工业部门整体能效提升也有显著作用。

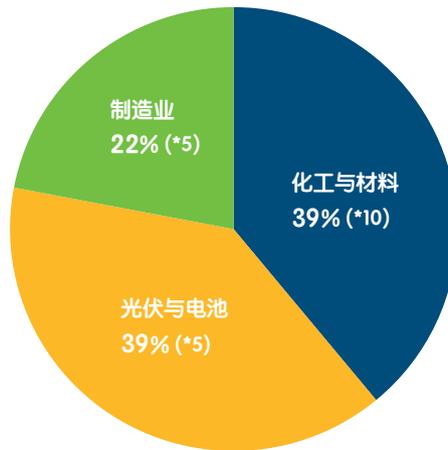


图 1-8 不同行业20家企业的能源消费比例（括号内数字表示20家大型能耗企业分别属于该行业的数量）

此外，从以上20家企业中选取了三家代表性企业进行详细分析，分别是中盐金坛盐化有限责任公司（以下简称“中盐金坛盐化”）、永臻科技和江苏鹿山光电科技有限公司（以下简称“江苏鹿山光电”）。根据三家代表性企业的能源审计报告及对其进行现场调研访谈的结果，企业的主要终端用能是电机驱动机械设备用能、工艺用热及其他供热（冷）用能。由于这三家公司过去几年中实施了各种能效提升措施，如能源管理和能源监测系统、余热利用、高效设备、产品线改造等，其单位产品能耗均优于国家规定的限额先进值或同行业其他企业的能耗指标（如表1-5所示）。

28 规模以上工业企业为每年主营业务收入在2000万人民币以上的企业。定义来源：中国国家统计局

29 该能源消费总量不仅包含集中供热、电、分散式供热，也包含石油、可再生能源等。

30 数据来源：来自金坛经开区。

31 大唐热电作为能源供应企业，没有包含在内。

32 不包含热、石油和煤炭消费，由于支撑数据不足。

表 1-5 金坛经开区代表性企业单位产品能耗³³

| 公司 | 产品 | 能源消费类型 | 国家规定限额 ³⁴ (kgce/t) | 单位产品能耗 |
|--------|---------------------|--------|----------------------------------|-------------------|
| 永臻科技 | 基质 | 电、天然气 | ≤115公斤 | 优于先进值 |
| | 阳极氧化型材 | 电、天然气 | ≤115公斤 | 优于先进值 |
| 江苏鹿山光电 | EVA胶膜 (G1 G2 G5) | 电 | | 优于同行业其他企业 能耗指标 |
| 中盐金坛盐化 | 液体盐 | 电、蒸汽 | | 优于先进值 (基于现场调研) |
| | 固体盐 | 电、蒸汽 | | 优于先进值 (基于现场调研) |
| | 甘露醇 | 电、蒸汽 | | 优于先进值 (基于现场调研) |

由于不同生产工艺的能源消费和节能潜力差别很大,根据代表企业的能源消费结构分析可以提出针对性的能效提升措施。如图1-9所示,对于化工和材料企业,能源消费大多来自天然气和用于高、中、低温供热需求的工艺用热。对于光伏行业以及高端制造业来说,大部分的二氧化碳排放都与电力消费有关。基于上述分析,例如升级热交换器、优化空压系统、利用蒸汽、热水和供热过程的余热等能效提升措施适用于化工和材料行业公司;而优化工业驱动系统(如电机等)、使用高效压缩机、高效离心泵等能效提升措施,则适用于制造行业企业。

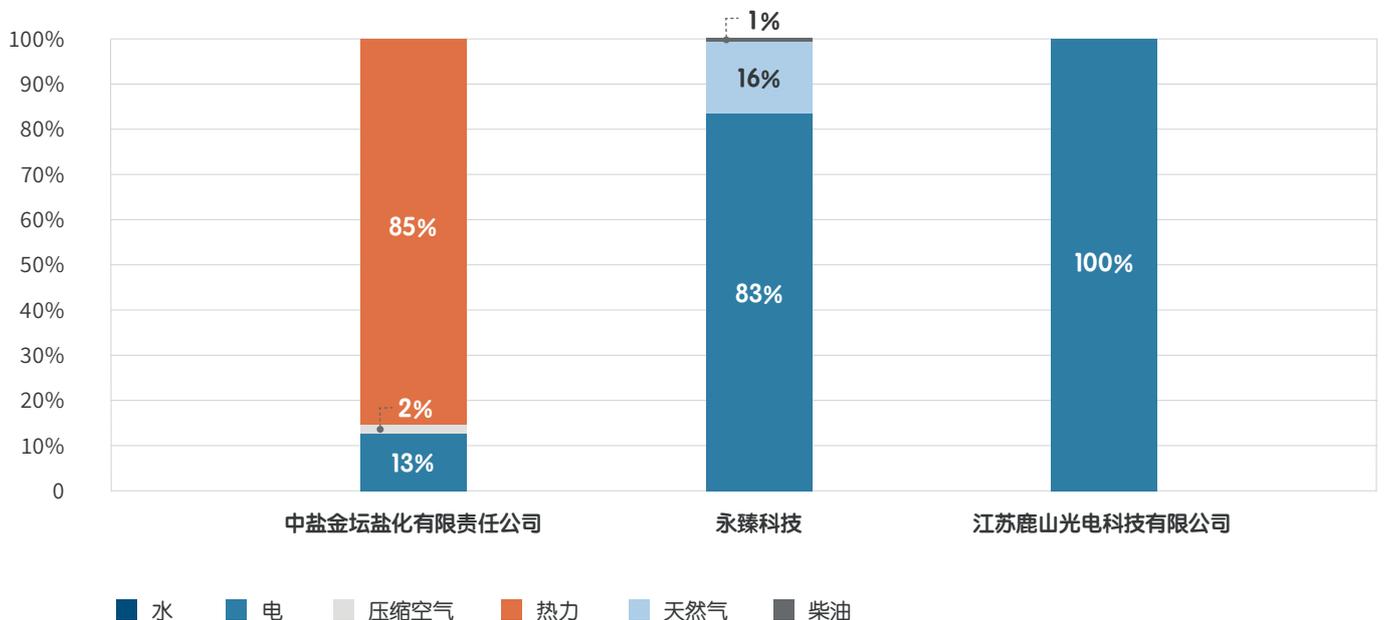


图 1-9 金坛经开区代表性企业的能源消费结构

33 资料来源:能源审计报告和现场考察信息。

34 限额并不适用于所有产品

建筑部门的能源消费

金坛经开区的住宅用地比例不到10%。典型居住建筑结构为混凝土砌块或混凝土浇筑的建筑，且多为高层建筑和多户型住宅。冬季供暖和夏季制冷普遍使用分户式空调，热水和烹饪主要使用电和天然气。金坛经开区部分住宅屋顶上安装了太阳能热水器。根据金坛区2010年至2017年家庭人均用电量估算，2021年家庭人均用电量约为1119千瓦时³⁵。在德国，根据居住建筑类型的不同，家庭人均用电量范围为1600-2000千瓦时³⁶。结合德国经验及金坛经开区当地较高的制冷需求，如果不实施节能措施且居民对生活标准要求提高的话，能源需求仍将快速上升。

按金坛经开区的人口85,000人计算，全社会用电量约为9500万千瓦时。根据2013-2017年家庭天然气消费的发展情况³⁷，2021年国内人均天然气消费量约41立方（410千瓦时）³⁸。根据金坛经开区的人口规模，天然气消费量约为348万立方。

交通部门的能源消费

本地交通部门的能源消费由乘用车（约90%）和商用车，以及出租车和公共交通工具（如公交和环卫车辆）的燃料需求构成。交通工具中电动汽车的电力需求虽持续增加，但占比仍较低。考虑到电动汽车的快速发展，交通部门的电力需求也将持续增长。

根据金坛区2014-2035年成品油销售量预测，考虑销售量与经济发展水平的高度相关性，预计2021年金坛经开区的成品油消费量约为78290吨（约9.1亿千瓦时）。此外，基于电动车的数量（590辆）、电动汽车的年行驶里程（15000公里）和百公里耗电量（15千瓦时）等，电动汽车的电力消费量预计约为133万千瓦时。

35 国内人均用电量从2010年的530千瓦时增加到2017年的854千瓦时，年均增速为7%。假设从2017年到2021年增速相同，那么2021年的人均用电量为1119千瓦时。

36 请查阅以下网站：<https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Umwelt/UGR/private-haushalte/Tabellen/stromverbrauch-haushalte.html>

37 建筑部门人均天然气消费量从2013年的23.8立方增加到2018年的33.1立方，年平均增速为7%。假设2018年至2021年增速相同，那么2021年的人均天然气消费量为41立方。请访问以下网址：<https://data.chinabaogao.com/nengyuan/2020/0424W1212020.html> 和 <https://new.qq.com/omn/20190917/20190917A0N63700.html>

38 假设每1立方的天然气相当于10千瓦时，参见：<https://buildingclub.info/calculator/convert-natural-gas-m3-to-kwh-cubic-metres-to-kwh-onli-ne/#:~:text=The%20specific%20heat%20of%20combustion%20of%20natural%20gas,kWh%20%E2%89%A4%201%20m%203%20%E2%89%A4%2012%20kWh>



2 金坛经济开发区可再生能源潜力分析

基于现有数据，结合现场调研情况，金坛经开区的可再生能源年利用技术潜力约为160,000吨标煤，约占2021年终端能源消费总量17.8%，无法覆盖其能源需求（见表2-1）。因此，需要外购可再生能源来提高相对消费占比。此外，通过提升各个行业的能效水平、运用储能技术及推动交通行业的电气化水平等措施可以进一步拓展可再生能源在各个领域的利用比例。表2-1总结了金坛经开区的可再生能源利用潜力。

表 2-1 金坛经开区潜在的可再生能源及余热利用概况

| | 可装机容量 (兆瓦) | 发电量潜力 (百万千瓦时/年) | 备注 |
|---------------------|---------------|--------------------|---|
| 屋顶光伏 | 558 | 728 | 鉴于光伏与太阳能热利用系统的竞争，假设除15%的居住建筑可用屋顶面积外，所有其他可用屋顶区域都用于屋顶光伏 |
| 屋顶太阳能热利用 | - | 20 | 居住建筑屋顶可用面积的15%用于太阳能热利用 |
| 风能 | 45 | 90 ³⁹ | 根据《常州市分散式风电规划（2019-2025）》潜力分析，远期来看，风能在经开区具有开发潜力 |
| 生活垃圾焚烧发电 | 45 | 262 | - |
| 生物质、秸秆资源 | - | 47 | 金坛全区可采集秸秆资源 |
| 环境能 | | 26 | 假设50%居住建筑的供暖和制冷将由热泵提供 |
| 金坛垃圾焚烧发电厂 余热利用潜力 | | 130 | 如果对垃圾焚烧发电项目（仅发电）进行热电联产升级改造，其能源效率可以提高50%。 |
| 总计 | | 1300 ⁴⁰ | - |

39 风能利用时间在金坛大约是2000小时。来源：《常州市分散式风电规划（2019-2025）》

40 这里为可再生能源和余热利用潜力的估算值，为便于阅读和后续计算，个位数取整。

2.1 太阳能——光伏

根据修订后的气象台实测数据，金坛经开区多年平均水平太阳辐射量为4701.82兆焦耳/平米每年（1306.1千瓦时/平米每年）⁴¹，属于中国太阳能资源三类地区，具有实施太阳能光伏发电的有利条件。

金坛经开区地势平坦，总面积为80平方公里。但由于优先考虑工业利用，开放空间的光伏系统开发潜力较低。对公共、工业、住宅和商业建筑屋顶区域的潜力评估显示，金坛经开区的屋顶光伏发电潜力巨大。表2-2显示了金坛经开区目前适合安装光伏系统的屋顶区域。

表 2-2 金坛经开区屋顶光伏发电潜力分析

| 金坛经开区 | 政府大楼 | 公共建筑 | 工商业厂房 | 个人住宅 |
|-----------------------|-----------|--------|---------|--------|
| 2020年屋顶面积（平米） | 57850 | 678890 | 4598935 | 282593 |
| 安装比例 ⁴² | 70% | | | |
| 2020年可用屋顶总面积（平米） | 3,900,000 | | | |
| 可装机容量（兆瓦） | 558 | | | |
| 发电量潜力 （单位：百万千瓦时每年） | 728 | | | |

对于金坛经开区占主导地位的平屋顶，假定组件面积与屋顶面积比为0.7⁴³。计算容量时，假设1千瓦的容量需要7平米屋顶面积（这包括所有必要的运行和维护通道）⁴⁴。金坛区屋顶光伏日利用小时数约为5.5小时，考虑到环境因素，例如遮挡、太阳能板调整等，太阳能板实际利用率约为65%⁴⁵。

目前，金坛经开区正在园区范围内推广屋顶分布式光伏项目。已经规划或处于建设阶段的屋顶光伏项目超过20个，装机容量达16兆瓦。此外，部分建筑外墙也具备应用光伏项目的潜力。随着光伏成本降低，立面光伏将变得越来越有吸引力，值得在未来进一步研究。

41 资料来源：《常州市金坛区创建全国整县（市、区）屋顶分布式光伏开发示范区指导意见（试行）》

42 美国屋顶太阳能光伏技术潜力：详细评估（nrel.gov）

43 资料来源：美国屋顶太阳能光伏技术潜力：详细评估（nrel.gov）

44 资料来源：欧盟实现《巴黎协定》的屋顶光伏系统潜力（europeanenergyin-novation.eu）

45 资料来源：《常州市金坛区创建全国整县（市、区）屋顶分布式光伏开发示范区指导意见（试行）》

2.2 太阳能热利用

金坛经开区在太阳能热利用方面也有一定潜力。根据金坛经开区的水平面总辐射（GHI）及系统效率⁴⁶，太阳能热利用可转化效率为50%，也就是说每年653千瓦时/平米的太阳能可以用于供热水和供暖。由于太阳能热利用系统与光伏发电系统存在一定的竞争关系，而目前热水耗约占总住宅建筑总能耗的15%⁴⁷，因此假定住宅建筑15%的可用屋顶面积将用于太阳能热利用系统，而85%用于屋顶光伏。其他类型的建筑对生活热水的需求很低，所以假设所有可用的屋顶面积都将用于光伏发电，以此推算太阳能热利用潜力约为2000万千瓦时每年。

2.3 风能

金坛经开区地势平坦，风力资源分布较为均匀。年平均风速在4.3米/秒到5.6米/秒之间，属于低风速地区。江苏省大多数地区的装机容量系数⁴⁸介于3至4兆瓦/平方公里之间。在金坛经开区约80平方公里的城区范围内，假设装机容量系数是3.5兆瓦/平方公里，理论上风力发电装机容量为280兆瓦。

但是，考虑如土地利用规划、环保限制措施等限制性条件，实际可用于安装风力发电设施的区域就会显著缩小。根据《江苏省常州市分散式风力发电规划（2019-2025）》的潜力分析结果，长期来看，金坛经开区的风力发电站规划潜力约为45兆瓦，年发电量为9000万千瓦时⁴⁹。

2.4 生物质能

生物质可用于发电、供应中高品味蒸汽和生产燃料。金坛经开区没有规划农业和畜牧业区，因此本地生物质能潜力非常低。但金坛区可收集的秸秆资源量可达约117,400吨⁵⁰。由于农业废弃物的能源化利用也会导致与农用地（地层改良）的竞争，假定残余利用率为50%⁵¹、热值约14.4 MJ/kg⁵²，能量转换效率约20%⁵³，可计算出年发电量约为4700万千瓦时。因此，在考虑秸秆回收成本的前提下，理论上可以从邻近地区购买秸秆和谷壳等生物质资源，通过直燃方式，提供生产电力和蒸汽。

此外，金坛垃圾焚烧发电项目一期工程刚刚完工，每天可处理1000吨生活垃圾，年发电量预计可达1.748亿千瓦时。随着城市化进程的加快和城市人口的增长，预计未来生活垃圾的数量也会不断增加。因此，该垃圾焚烧发电项目的处理能力预计将提升至1500吨/天，年发电量达到2.62亿千瓦时。

46 假设太阳能热水系统效率为50%

47 资料来源：<http://www.egas.cn/>. Solar Water Heater and Hot Water Energy-saving in Residential Building

48 资料来源：《园区能源一体化实施指南》，GIZ-中德气候变化、环境、自然资源合作（climateatecooperation.cn）

49 常州每年风能设施可使用时间约为1850-2100小时，这里假设取2000小时

50 请查阅以下网站：<http://www.changzhou.gov.cn/talkpic/index.php?id=57>

51 数据来源：《敦煌、新泰和嘉兴市秀洲区试点城市能源概念》，GIZ

52 请访问以下网站：<https://www.dpcleantech.com/organic-waste-fraction/straw>

53 请查阅以下网站：<https://surgeaccelerator.com/biomass-power-plant/#::-:text=In%20general%2C%20the%20energy%20conversion%20efficiency%20of%20biomass,efficiency%20that%20can%20be%20as%20high%20as%2080%25>

2.5 环境能

通过水（地）源热泵可以从土地（浅层地热能）中获取环境热（5-15°C），为建筑物供暖（冷）。在具备条件的社区，使用地源热泵进行集中供暖是提高区域建筑能效的有效措施。空气源热泵易于安装，但在低温下效率较低，仅在具备条件的地区应用比较广泛，其性能系数（COP）⁵⁴为3-4。性能系数为4-6的地源热泵和污水源热泵可以更高效地供暖（冷），并能大大降低运行成本和二氧化碳排放量。

以2020年金坛经开区人均建筑面积（48.3平方米）⁵⁵和总人口（85,000），以及单位建筑面积的供暖和制冷耗电量（16.9千瓦时/平方米每年）⁵⁶计算，该园区居住建筑供暖和制冷的总耗电量约为7000万千瓦时。根据德国经验，假设50%⁵⁷的居住建筑采用热泵供暖和制冷，且热泵平均性能系数为4，则每年从周边环境可获取的能量约为2600万千瓦时电力，此数据可作为金坛经开区环境能的开发潜力。

近年来，德国工业企业越来越关注通过热泵供应中低温工艺用热。高温热泵可用于生产热水，将余热升级应用于其他工艺，或生产高压蒸汽。与传统锅炉生产的蒸汽相比，热泵生产的蒸汽更环保，因为其能效更高，通常生产每公斤蒸汽所需能源可减少50%⁵⁸。目前，在金坛经开区甚至全国范围内，使用工业热泵的案例较少，因此建议未来对此做进一步研究。

2.6 金坛垃圾焚烧发电厂余热利用潜力

目前，金坛垃圾焚烧发电厂只用于发电，发电产生的余热未得到利用，鉴于发电余热以高温余热为主，利用价值较大。如果对垃圾焚烧发电厂进行热电联产升级改造，充分利用发电过程中产生的余热，则其能源利用效率可以提高50%⁵⁹。发电余热可以通过热力管网供应给周围的工业企业，或用于建筑物的供热与热水供应，从而减少工业企业对加怡热电厂的热力需求。根据金坛垃圾焚烧发电厂的年发电量（260吉瓦时）⁶⁰，预计余热利用潜力为130吉瓦时每年，相当于16,000吨标煤，每年可减排75,000吨二氧化碳。

2.7 工业余热利用

“余热”在许多情况下是作为工业过程的副产品出现的。据估计，大约20-50%的工业用热作为余热排放到空气当中⁶¹，实际上这些余热可用于供热和供应热水以及其他外部用途，或与热泵结合用于区域供热网络⁶²。金坛经开区园区内的工业企业大多已对余热进行回收利用，但外部（跨部门）余热利用实践较少。

金坛经开区有几家“绿色工厂”采取了余热利用的措施，例如中盐常州化工有限公司在工业生产过程中探索阶梯式热能利用；大唐热电厂将低温热水销售给外部热用户等。此外，通常在化工厂、一般制造业、造纸厂、玻璃厂等企业的生产工艺中，余热利用仍有较大潜力，但考虑到经济性和可操作性，主要还是在企业内部优先使用。余热利用的节能潜力会在后续情景分析章节中结合实践案例进行阐述。

此外，金坛经开区还有几家大型纺织和造纸企业及污水处理厂，其产生的污泥经过干化焚烧可用于生产工业用蒸汽。污水处理厂产生的沼气也可用于热电联产。

54 性能系数（Coefficient of Performance, COP）

55 《江苏省“十四五”城镇住房发展规划》（苏政办发〔2021〕50号）。请访问以下网址：http://www.jiangsu.gov.cn/art/2021/8/26/art_46144_9988528.html

56 资料来源：《建筑节能与可再生能源利用通用规范》（GB55015-2021）

57 德国热泵协会统计，2021年德国新建住宅楼宇中热泵的应用比例达到50.6%

58 SINTEF. 请访问以下网址：[High temperature heat pump \(industrial heat pumps\) - SINTEF](https://www.sintef.no/en/energy/high-temperature-heat-pump-industrial-heat-pumps)

59 张宇飞、赵娜娜、黄杰、卜光峰：《垃圾焚烧电厂热电联产的经济性分析》，能源研究与信息，2020，36(4)：216-221.

60 垃圾焚烧发电厂（一二期）预计每年可产生约262吉瓦时的电力。资料来源：金坛市加怡垃圾焚烧发电厂。

61 BCS, Incorporated: 废热回收：美国工业的技术和机会，2008年。

62 欧洲能源密集型产业的余热利用 - Interreg (interreg-central.eu)



3 金坛经济开发区能源发展情景分析

3.1 定义和方法

前两章对金坛经开区能源现状和可再生能源发展潜力进行了分析，这将作为分析金坛经开区未来能源发展的依据。情景分析以2021年金坛经济开发区初始能源状况作为基准，估算了工业、建筑、交通等部门未来能源消费和能源供应情况，并对各个部门在2025年（短期）、2030年（中期）和2060年（长期）几个关键节点的能源发展情况进行了评估。

为便于后续节能潜力评估及可持续发展技术路径设定，本章为金坛经开区设定了以下两种情景：基准情景和能效情景。这两种情景的设定考虑的主要影响因素包括，国家和地方经济和能源目标、人口增长、地方经济发展以及能源发展规划等⁶³。图3-1描述了情景分析的方法。

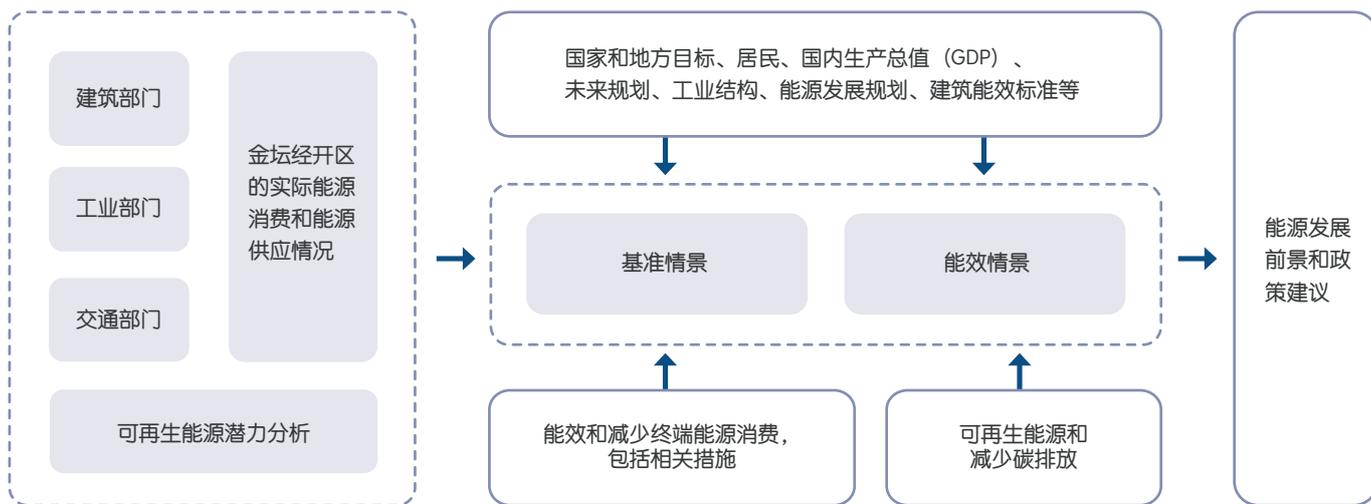


图 3-1 金坛经济开发区情景分析所采用的方法

对于上述两种情景，本章先确定了能效目标，然后引入了实现这些目标的能效措施。此外，还分析了可再生能源的利用潜力，以达到优化能源结构和减少二氧化碳排放的目标。为了全面分析金坛经开区的能效提升潜力，后续情景分析不仅将关注工业、建筑和交通这三个部门各自的能源发展情况⁶⁴，还将分析部门能效耦合发展情况。

情景分析可用于评估不同框架条件对未来能源消费和温室气体排放发展的影响。此外，情景分析还可以协助设定特定能效和可持续发展目标，并优化实施路径，为政策发布提供支持，并指导企业落实相关能效提升措施。

63 见第1.2节

64 部门耦合是指将能源消费（建筑（供暖和制冷）、交通和工业）部门与电力生产部门互相连接（集成）起来的构想。

图3-2显示了两种情景在方法上的主要差异。更多关于假设、方法和数据来源的详细信息，请参见下面第3.2和3.3节。

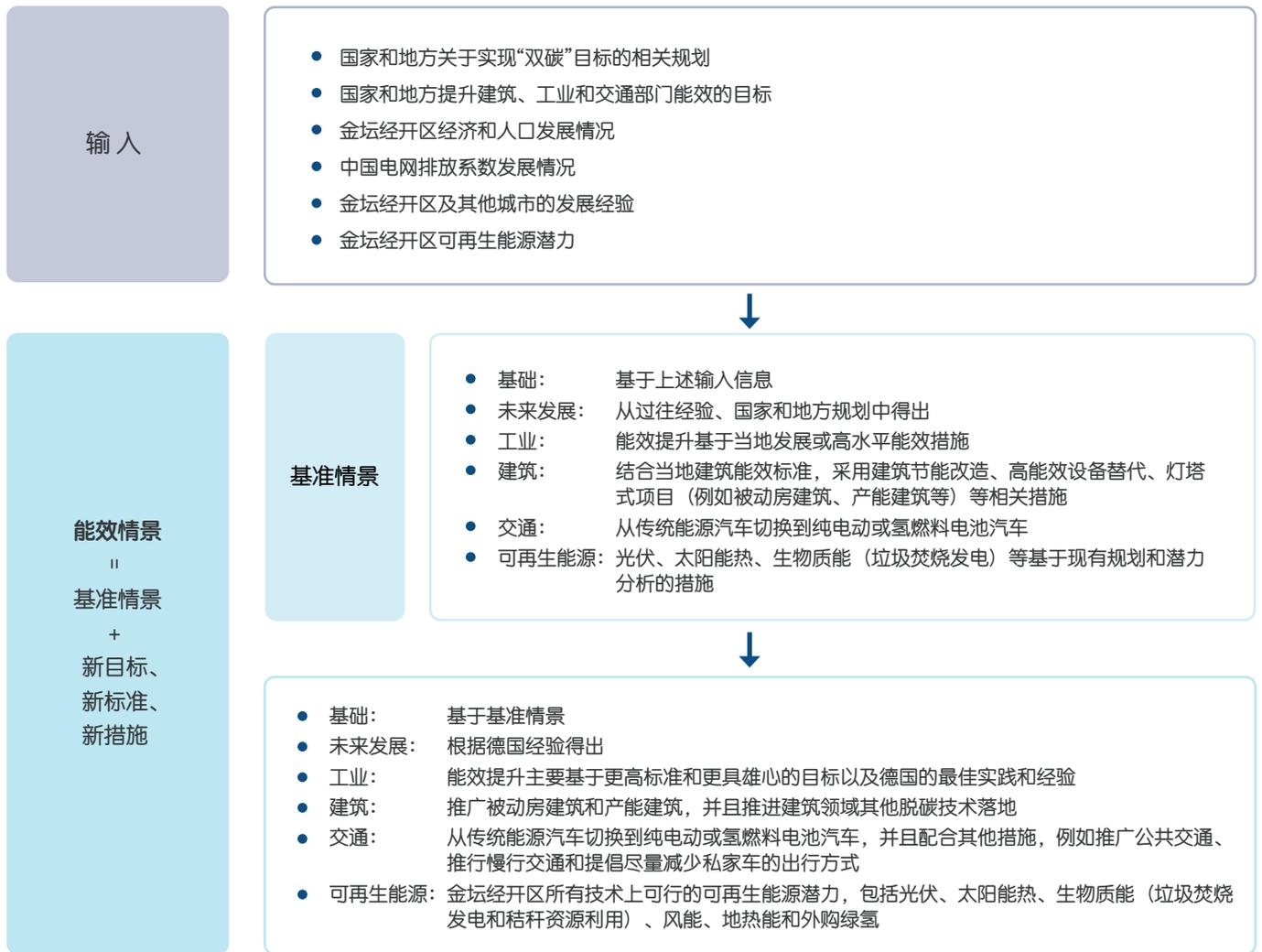


图 3-2 基准情景和能效情景在方法上的主要差异

关于金坛经济开发区未来发展的一般性假设

根据《金坛区“十四五”发展规划及2035年远景目标纲要》（坛政发〔2021〕34号）（以下简称“金坛区十四五规划和2035年远景目标”），未来10年金坛经开区的经济发展仍将保持高速增长，因此能源消费也将随之增加，计划于2030年实现碳达峰（见第1.2节）。未来，工业仍将是金坛经开区的经济支柱，同时工业部门的二氧化碳排放量也是各部门中最高的。建筑和交通部门的碳排放占比将有所增加，但仍将保持在低位。

表3-1显示了情景所依据的经济增长、人口发展和电网碳排放因子等假设。GDP发展和单位GDP能耗在能源消费计算中起着关键作用。2021到2035年，人口仍将缓慢增长，2030到2060年，相对于基准年，GDP的年均增长率将放缓。由于当地发电将直接上网，而本地消费的电力同样来自电网，因此，将采用国家层面电网平均碳排放因子用于后续分析。从2015-2021年，电网碳排放因子从0.610kgCO₂/kWh下降到0.581kgCO₂/kWh，年均下降率为0.8%⁶⁵。由于中国将大力发展可再生能源，假设到2030年，电网碳排放因子每年将降低1%。长期来看，随着可再生能源的竞争力提升，参考德国经验，假设2030-2060年电网碳排放因子将每年下降2.3%⁶⁶。

表 3-1 金坛经济开发区框架条件假设

| | 2021* | 2025** | 2030** | 2035** | 2060** |
|---|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------|
| 居民人口 | 85,000 | 90,000 | 95,000 | 100,000 | 110,000 |
| GDP年均增长率 ⁶⁷ | 10% (2021-2025) | 6% (2026-2030) | 3% (2031-2035) | 1% (2035-2060) | - |
| 与2021年水平相比单位GDP能耗的下降率 ⁶⁸ | - | 12-15% | 20-30% | 30-45% | 45-60% |
| 电网碳排放因子 (kgCO ₂ /kWh) ⁶⁹ | 0.581 | 0.558 | 0.530 | 0.479 | 0.268 ⁷⁰ |

65 请查阅以下网址：<http://www.cleanairchina.org/product/11395.html>

66 电网碳排放因子从1990年的0.764kgCO₂/kWh下降到2020年的0.375kgCO₂/kWh，年下降率约为2.3%。网址为：<https://de.statista.com/statistik/daten/studie/38897/umfrage/co2-emissionsfaktor-fuer-den-strommix-in-deutschland-seit-1990/>

67 根据常州市金坛区国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要的通知（坛政发〔2021〕34号），2021年至2025年的年经济增长估计为10%左右，到2025年GDP将增长到700亿元人民币。此外，根据国家和地方发展情况，在接下来的时间里，经济增长将下降到每年6%，2030年至2035年为3%。

68 参见表1-3

69 “电网碳排放因子”是以国家电网每生产一度电所排放的二氧化碳当量公斤数来衡量的。（kgCO₂/kWh）

70 该数值较为保守，不足以在2060年实现碳中和目标，但由于数据缺失，更具雄心的目标并不现实。

3.2 基准情景

基准情景，即基于金坛经开区过往发展情况并沿用现有规划的情景。此情景基于本地当前能源能效目标，并引入当前可用的技术解决方案。此外，此情景考虑了金坛经开区现有的和规划中的可再生能源发展潜力，并重点考虑了太阳能和生物质（垃圾焚烧发电）的技术潜力。表3-2列出了该情景的关键指标和措施。

表 3-2 基准情景的关键指标和措施（假设和措施来源请见下文）

| 部门 | | 基准情景 | | | |
|------|------------------------|---|------|------|------|
| | | 2025 | 2030 | 2035 | 2060 |
| 工业 | 与2021年水平相比，单位GDP能耗的下降率 | 12% | 20% | 30% | 45% |
| | 关键措施 | <ul style="list-style-type: none"> 公司生产工艺能效水平达到了行业领先水平（具体措施参见表3-4） | | | |
| 建筑 | 与2021年水平相比，建筑能效的提升率 | 15% | 30% | 40% | 50% |
| | 关键措施 | <ul style="list-style-type: none"> 提高能效标准 被动式房屋和产能房示范项目 既有建筑节能改造 提升建筑设备能效 建筑部门的可再生能源利用 | | | |
| 交通运输 | 电动汽车在新车销量中的占比 | 25% | 50% | 80% | 100% |
| | 电动汽车在汽车保有量中的占比 | 5% | 10% | 15% | 40% |
| | 氢燃料汽车数量 | 5 | 50 | 200 | 500 |
| | 关键措施 | <ul style="list-style-type: none"> 推广电动汽车 建设充电基础设施 升级路灯系统 氢燃料电池汽车及相关基础设施 | | | |
| 能源部门 | 可再生能源开发利用 | <ul style="list-style-type: none"> 光伏 太阳能热利用 生物质（垃圾焚烧发电）（见表3-8） | | | |

工业部门

2021年，金坛经开区内工业企业能耗约为78万吨标煤，是最大的能源消费部门。因此，金坛工业部门的能效提升对双碳目标实现有着较大影响。根据现有的经济发展情况和能效提升规划，2030年以后金坛工业部门的终端能源消费将随着工业部门的扩大而持续缓慢增长，而单位GDP能耗则将有所下降。根据金坛区“十四五”发展规划，到2025年，金坛经开区的单位GDP能耗将比2021年至少降低12%。2060年前的能效提升目标将参考“十四五”期间的增速进行设定。

根据欧洲和德国的工业发展经验，能耗强度将随着自动化水平和能效的提升而进一步降低。表3-3总结了2021至2060年金坛经开区的国内生产总值（GDP）和终端能源消费总量估算值。

表 3-3 基准情景中工业部门未来能源消费框架（*考虑了金坛经济开发区工业部门的快速发展）

| | 2021 | 2025 | 2030 | 2035 | 2060 |
|--------------------------------------|------|-------|------|------|------|
| 国内生产总值（GDP） （亿元人民币） ⁷¹ | 425 | 700 | 940 | 1080 | 1400 |
| 2021年相比，单位GDP能耗的下降率 ⁷² | - | 12% | 20% | 30% | 45% |
| 工业部门的能源消费（万吨标煤）* ⁷³ | 78 | 114.5 | 139 | 141 | 142 |

为实现现有的能效提升目标，金坛经开区一直在推动工业企业采取相应能效提升措施。根据收集到的资料和现场调研，金坛经开区几家代表性企业采取的主要措施，如表3-4所列。此处假设金坛经开区内所有企业最终都将升级其制造工艺到当下先进的能效水平，以实现表3-3中所列的能耗强度下降目标。

表 3-4 金坛经开区工业企业已实施或计划实施的能效提升措施⁷⁴

| 代表性企业 | 能效措施 | 所属行业 |
|--------|---|-------|
| 中盐金坛盐化 | <ul style="list-style-type: none"> 能源管理系统 余热利用 更换循环水系统冷热水泵 | 化工和材料 |
| 永臻科技 | <ul style="list-style-type: none"> 能源管理系统 完善三级能源计量器配备 余热利用：余热回收升级改造，满足热水需求 | 制造业 |
| 江苏鹿山光电 | <ul style="list-style-type: none"> 能源管理系统 推广LED灯 完善三级能源计量器配备 | 光伏 |
| 亿晶光电 | <ul style="list-style-type: none"> 30兆瓦屋顶光伏 | 光伏 |
| 加怡热电 | <ul style="list-style-type: none"> 为风扇安装变频器 升级用于余热回收的换热器 | 能源供应 |

71 参见第1.1节

72 参见表3-1

73 这个值被当作一个基准值，没有考虑节能措施

74 资料来源：代表性企业的《能源审计报告》

建筑部门

2021年,金坛经开区的85,000居民消费了约9500万千瓦时的电力和348万立方的天然气(见第1.4节),居民能源消费在金坛经开区的年能源消费总量中占比较小。然而,随着城区面积的扩大和新建筑增加、人口增长以及生活水平的提高,如果不实施能效提升措施,建筑部门的能源消费可能会大幅增加。从1986年到2016年,中国建筑能效提升经历了一个“三步节能”的过程,建筑节能率⁷⁵相比1980-1981年从30%、50%,逐步达到65%。有鉴于此,假设在基准情景中,到2030年,建筑节能率达到75%。此外,假设到2035年,所有新建建筑都将达到被动房标准,这将使建筑节能率与2021年江苏省本地标准相比提升40%。根据人口规模、国内人均电力和天然气消费量以及建筑能效提升的情况,表3-5列出了金坛经开区建筑部门的未来电力和天然气消费量。

表 3-5 基准情景下建筑部门的电力和天然气消费情况

| | 2021 | 2025 | 2030 | 2035 | 2060 |
|---|---------------------|--------|--------|---------|---------|
| 金坛经济开发区人口 | 85,000 | 90,000 | 95,000 | 100,000 | 110,000 |
| 国内人均用电量 (千瓦时/年) ^{76,77} | 1,119 ⁷⁸ | 1,467 | 2,057 | 1,956 | 1,522 |
| 建筑部门人均天然气消费量 (立方/年) ^{79,80} | 41 ⁸¹ | 58 | 75 | 68 | 41 |
| 与2021年相比,建筑能效的提升率 | 0% | 15% | 30% | 40% | 50% |
| 电力和天然气总消费量 (吨标煤) | 15,800 | 18,500 | 22,600 | 19,600 | 16,300 |

为实现建筑能效目标,建筑能效措施应侧重于以下方面:

将新建建筑能效标准由地方标准提高到被动房标准或产能建筑标准
 推进被动房和产能建筑示范项目
 提高既有建筑的节能改造率并针对新住宅区提出区域供暖概念
 提高建筑系统(特别是供暖、通风和空调等)的能效
 加强建筑部门的可再生能源利用

75 每平米的能耗减少量

76 国内人均用电量从2011年的549千瓦时/年增加到2021年的1119千瓦时/年,年增长率为7%。由于生活水平的提高以及电力设备的增多,因此可以假设到2030年该指标仍将以年均7%的速度增长。资料来源:《常州市金坛区能源发展规划(2017-2035)》。根据德国的经验,假设2030年后以每年1%的速度下降。德国国内人均用电量在2010年达到峰值2240千瓦时/年。从2010年到2019年,该指标从2240千瓦时/年下降到1958千瓦时/年,年降幅约为1%。请查阅以下网址:<https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Umwelt/UGR/private-haushalte/Tabellen/stromverbrauch-haushalte.html>

77 这个数值被当做一个基准值,没有考虑节能措施。在计算总能耗时,会将能效措施纳入考量。

78 参见第1.4节

79 建筑部门人均天然气消费量从2014年的24m³/a增加到2021年的41m³/a,年增长率为7%,由于中国生活水平的提高和推广天然气,因此可以假设该指标在2030年之前仍将以年均7%的速度增长,到2030年将下降7%。2030年之后,由于可再生能源利用进一步提升,假设每年下降2%。请查阅以下网址:<https://data.chinabaogao.com/nengyuan/2020/0424W1212020.html> 和 <https://new.qq.com/omn/20190917/20190917A0N63700.html>

80 这个数值被当做一个基准值,没有考虑节能措施。在计算总能耗时,会将能效措施纳入考量。

81 参见第1.4节

在对江苏省现行建筑节能标准调查、分析和比较之后发现，新建建筑可分为三个能效等级：

表 3-6 新建建筑的三个能效等级

（*：基于公寓建筑能耗（一次能源：被动式房屋标准168千瓦时/平米年，江苏省地方标准265千瓦时/平米年）；**：基于厂房能耗（一次能源：产能房118千瓦时/平米年，国家标准313千瓦时/平米年）⁸²

| 能效标准 | 与当地标准相比的节能率 | 备注 |
|-----------------|-------------|--|
| 最低水平— 江苏省现行地方标准 | — | <ul style="list-style-type: none"> 居住建筑：居住建筑热环境和节能设计标准DB32/4066-2021（约75%节能率） 非居住建筑：公共建筑节能设计标准 GB 50189-2015（约65%节能率） |
| 目标水平 - 德国被动房标准 | 40%* | <ul style="list-style-type: none"> 居住建筑：被动房标准-2015版 非居住建筑：围护结构数值参见住宅建筑 |
| 最高水平 - 德国产能房标准 | 62%** | <ul style="list-style-type: none"> 居住建筑：被动房围护结构+可再生能源，实现能源自给自足，并有盈余。 非居住建筑：被动房围护结构+可再生能源+木立面，考虑木材作为碳汇和可持续材料的使用，同时实现能源自给自足并有一定盈余。 |

金坛经开区第一个示范建筑项目已于2021年启动。预计未来将建设更多高效建筑示范项目，这样在2030年之后建筑部门的能源消费量有望持续减少，并一直维持下降趋势到2060年。

交通部门

根据《金坛区加油加气充电基础设施规划(2018-2035)》，近年来金坛汽车保有量一直保持高速增长，年均增速超过10%。由于需求量巨大，直到2030年传统能源汽车数量将继续增加，之后由于电动汽车的发展，其数量将缓慢下降。根据《常州市新能源汽车发展规划》，到2025年，新能源汽车销量在新车总销量中的占比将达到25%左右⁸³，预计到2035年占比将达到80%以上⁸⁴。

如第1.4节所示，2021年金坛经济开发区机动车保有量约为26,800辆。根据江苏省过去几年机动车保有量的发展趋势，2030年之前，机动车保有量将以每年5%⁸⁵的速度增长。根据德国的经验，从2030年开始，增速将降至每年1%⁸⁶。

与2020年相比，2021年江苏省电动汽车保有量翻了一番多，上牌电动汽车份额从约1%上升到2.3%左右⁸⁷，增长迅速。因此，可以假设从2021年起，金坛经开区电动汽车的份额将以每年1%的速度增长。此外，金坛还计划推动氢能产业发展，并建设氢能公交线路。

表3-7汇总了金坛经开区机动车发展情况。未来几十年，新能源汽车将快速发展，并逐步取代传统能源汽车。新能源汽车以纯电动汽车为主，辅以少量作为公共和重型交通工具的氢燃料电池汽车。

82 资料来源：《常州市金坛经开区建筑能效方案（2022）》，德国能源署）

83 网址为：http://www.changzhou.gov.cn/ns_news/961164298820394

84 资料来源：《金坛区加油加气充电设施布点规划》（2019）

85 网址为：<https://data.chinabaogao.com/qiche/2021/0215312G2021.html>

86 德国机动车数量从2010年的4173.8万辆增加到2022年的4854万辆，每年增长率约为1%。网址为：<https://de.statista.com/statistik/daten/studie/12131/umfrage/pkw-bestand-in-deutschland/>

87 网址为：<https://baijiahao.baidu.com/s?id=1721832497302463092>

表 3-7 基准情景下机动车数量发展情况 (2021-2060年)

| | 2021 | 2025 | 2030 | 2035 | 2060 |
|-----------------------|--------|-----------------|--------|--------|--------|
| 传统能源汽车 | 26,210 | 30,995 | 37,400 | 36,900 | 33,100 |
| 纯电动汽车 | 590 | 1,600 | 4,200 | 6,600 | 22,400 |
| 氢燃料电池汽车 ⁸⁸ | 0 | 5 ⁸⁹ | 50 | 200 | 500 |
| 机动车总数 | 26,800 | 32,600 | 41,650 | 43,700 | 56,000 |

此外，金坛经开区还将采取其他措施，打造绿色低碳交通。目前，金坛经开区计划将大约2500套高压钠灯路灯更换为LED灯。该措施预计每年可节电325万度，减少二氧化碳排放3,240吨。

能源供应

根据当前规划，随着新入驻工业企业投入运营、城区的扩大及汽车保有量的增加，金坛经开区的能源需求总量将持续上升，这一趋势在2030年后仍将延续。由此，要实现“双碳目标”，一方面要通过能效提升措施降低单位GDP能耗，另一方面要建设绿色低碳能源供应体系，特别是加快向可再生能源的转型。

可再生能源利用潜力的测算基于地方能源发展规划和本规划第二章中的可再生能源潜力分析。金坛经开区的可再生能源利用目前以屋顶光伏项目为主。根据金坛经开区可再生能源发展规划，未来十年太阳能和生物质能（垃圾焚烧发电）将快速发展。其他可再生能源目前没有明确的发展计划。因此，基准情景将以太阳能和垃圾焚烧发电的供应能力作为主要数据基础，其他可再生能源的发展将在能效情景中给予分析。

光伏

基于金坛区屋顶光伏整县推进方案，预计2025年之前光伏装机量将快速增长，这种趋势将在2025年之后趋于平缓。因此，2025年之前的潜力是基于金坛经开区的现有规划⁹⁰，而2025年之后则是根据可用屋顶面积测算出来。基准情景分析中，假设到2030年光伏将覆盖70%的屋顶可用面积，该数字到2035年将增长到80%。到2060年，光伏将覆盖100%的屋顶可用面积以及额外20%的可利用立面区域。这些目标非常具有雄心，只有在正确的激励机制下才可以实现这些目标。另外，仅当电网和分散储能获得相应开发以后，太阳能潜力才能被充分利用起来。需要说明的是，本次测算中，没有考虑屋顶的具体适用性评估。

88 假设基于《氢能产业发展中长期规划（2021-2035）》，金坛经济开发区将继续推进氢能汽车发展。

89 资料来源：《常州市金坛区能源发展规划（2017-2035）》

90 资料来源：《常州市金坛区创建全国整县（市、区）屋顶分布式光伏开发示范区指导意见（试行）》

生物质（垃圾焚烧发电）

金坛目前的垃圾管理体系与国际先进水平仍有差距，如垃圾分类不完善，塑料或纸张等垃圾通常与生物质混合，并在垃圾焚烧发电厂中燃烧。如果垃圾按材料类别进行分类，则可将生物质分离出来用于沼气和堆肥，其他垃圾进行回收利用，可充分提高资源利用率。需要说明的是，本规划中定义的“生物质”包含生活垃圾。

金坛经开区垃圾焚烧发电项目一期工程于2022年竣工，一期工程日处理生活垃圾1000吨，发电量约为175吉瓦时/年。通常在发电过程中，垃圾焚烧发电厂也产生了大量的热量，目前垃圾焚烧发电的余热并没有得到利用⁹¹。项目的二期工程还在规划阶段，（一期和二期的）总产能为每天处理1,500吨垃圾，发电量约为262吉瓦时/年。

表 3-8 基准情景可再生能源的发展情况

（*：现状；**：根据金坛经济开发区现有规划；***光伏系统占屋顶可用面积比例****额外增加了20%的外立面光伏安装潜力）

| 基准情景 | 2021 | 2025 | 2030 | 2035 | 2060 |
|-------------------------------|------|-------------|--------|---------------|----------|
| 太阳能 | | | | | |
| 屋顶光伏系统的实现潜力 | * | ** | 70%*** | 80% | 120%**** |
| 光伏发电潜力（吉瓦时） | 107 | 431 | 509 | 582 | 873 |
| 太阳能热系统屋顶区域的实现潜力 | - | 12.5% | 25% | 37.5% | 100% |
| 屋顶太阳能热利用潜力（吉瓦时） ⁹² | | 2 | 5 | 7 | 20 |
| 垃圾焚烧发电 | | | | | |
| 电（吉瓦时） | 0 | 175 (1期) | 210 | 262 (1+2期) | 262 |
| 总计（吉瓦时） ⁹³ | 110 | 610 | 720 | 850 | 1150 |

91 垃圾焚烧发电厂的能量平衡有很大差异。通常情况下，生产的热量会多于电力。

92 基于现有数据，假设太阳能热利用年实现潜力为2.5%，到2060年潜力得到充分开发。

93 这里为可再生能源利用潜力的估算值，为便于阅读和后续计算，个位数取整。

3.3 能效情景

能效情景以基准情景的假设为基础，提出了更高的能效目标和可再生能源潜力开发目标。此外，该情景把提高能效和可再生能源生产与面向未来的关键技术路径进行结合，以支持金坛经开区特定行业的脱碳进程。表3-9总结了相关关键指标和措施。

表 3-9 能效情景的关键指标和措施（假设和措施来源见下文）

| 部门 | | 能效情景 | | | |
|----|---------------------|---|------|------|------|
| | | 2025 | 2030 | 2035 | 2060 |
| 工业 | 与2021年相比，单位GDP能耗下降率 | 15% | 30% | 45% | 60% |
| | 关键措施 | <ul style="list-style-type: none"> • 基准情景中的所有措施 • 参考欧洲现行的能效措施和最佳实践（见表3-11） • 遵循欧洲的创新技术脱碳路径（见表3-12） | | | |
| 建筑 | 与2021年相比，建筑能效提高 | 30% | 40% | 50% | 60% |
| | 关键措施 | <ul style="list-style-type: none"> • 基准情景中的所有措施 • 规模化推广被动房和产能建筑 • 加大既有建筑节能改造力度 | | | |
| | 电动汽车占新车销量占比 | 30% | 60% | 100% | 100% |
| 交通 | 电动汽车在汽车总保有量中的占比 | 10% | 20% | 30% | 80% |
| | 氢燃料汽车数量 | 10 | 100 | 500 | 1000 |
| | 关键措施 | 基准情景中的所有措施 低碳交通的其他被动和主动措施（见表3-16） | | | |
| 能源 | 可再生能源开发利用 | <ul style="list-style-type: none"> • 光伏 • 太阳能光热 • 生物质（垃圾焚烧发电和秸秆资源利用） • 风能 • 地热能 • 绿电、绿氢（见表3-17） | | | |

工业部门

为进一步挖掘能效提升潜力，降低金坛经开区重点行业的能源、资源消耗强度和碳排放强度，将进一步借鉴德国经验，并引入创新的未来脱碳路径。

1995-2019年，德国工业部门处于转型升级和绿色低碳发展阶段，其工业产值增长了37%，而相应的能源消费仅增加了约3.5%，该部门的能源强度降低了大约30%⁹⁴。根据德国能源署（dena）预测，德国工业至少还有30-40%的节能潜力⁹⁵，因此这里假设，在2030年之前能耗强度可以降低约30%并实现碳达峰。在2030年至2060年之间，能耗强度可以再降低30%⁹⁶并在2060年实现碳中和。

在此基础上，为金坛经开区制定了以下能效提升目标，并据此测算了未来的能源消费情况（表3-10）。

表 3-10 基准情景可再生能源的发展情况

| | 2021 | 2025 | 2030 | 2035 | 2060 |
|-----------------------------------|------|------|------|------|------|
| 国内生产总值（亿元人民币） ⁹⁷ | 425 | 700 | 940 | 1080 | 1400 |
| 与2021年相比，单位GDP能耗下降率 ⁹⁸ | - | 20% | 30% | 45% | 60% |
| 工业部门的能源消费量（万吨标煤） | 78 | 110 | 122 | 111 | 103 |

此外，规划中对特定能源（电力、天然气、工艺用热、可再生能源等）的未来发展进行了分析，并根据能源消费总量进行了估算。预计可再生能源的份额将在“双碳”目标指引下不断增长（见3.2节）。

为了实现到2030年将能耗强度降低30%的中期目标，就需要采取更多措施。表3-11列举了有应用潜力的技术措施，及已经在德国实施的措施案例。

表 3-11 有应用潜力的能效措施及德国最佳实践案例⁹⁹

| 可实施的措施 | 德国工业-最佳实践 |
|-----------------|--|
| 通过ORC技术利用工业余热发电 | 位于德国巴登-符腾堡州的一家工厂，有两台天然气加热炉，生产及余热回收利用之后，炉内烟气温度仍高达400-500℃，为了充分利用余热潜力，企业安装了一套有机朗肯循环（ORC）模块，利用废热进行发电，供企业使用。ORC模块使用高挥发性液体（乙醇）作为介质，其可以在较低的废热温度下蒸发并驱动活塞式发动机发电。该措施初始投资为74万欧元，年节能1400兆瓦时，减少826吨二氧化碳排放。 |
| 燃气工业锅炉无焰燃烧技术 | 位于德国慕尼黑的电器制造公司，主要生产高品质的家用电器。作为其节能改造的一部分，用无焰燃烧锅炉替代了其生产车间的传统燃气锅炉，一方面可以避免氮氧化物的生成，另一方面保证更均匀的燃烧室温度，同时还可以减少10%的天然气消耗。该措施初始投资为25万欧元，年节能350兆瓦时，减少70吨二氧化碳排放。 |

94 资料来源：工业能效，Ökotechn Energiemanagement GmbH/Prongnos AG 代表巴伐利亚州经济联合会所做研究，2012。

95 请查阅以下网址：<https://www.dena.de/themen-projekte/energieeffizienz/unternehmen/>

96 这是一个保守的估算，主要是基于德国的经验。

97 参见第1.1节

98 参见表3-1

99 资料来源：企业能效—巴登符腾堡州最佳案例集。巴登-符腾堡州环境、气候和能源管理部（2014）。

| 可实施的措施 | 德国工业-最佳实践 |
|--------------|--|
| 智能的室内气候控制系统 | 位于德国里德林根的一家熔模铸件公司，主要生成高精密度的金属构配件。室内稳定的温度和湿度等气候条件对这一工艺至关重要。自从公司安装了一套智能的室内气候控制系统，既保证了产品的质量，同时也节约了30%的能源。该措施初始投资为4.7万欧元，年节能187兆瓦时，减少112吨二氧化碳排放。 |
| 基于网络的能源管理系统 | 位于德国巴登-符腾堡州一家全球领先的控制系统及控制设备生产商，通过引入一套基于网络的能源管理系统，将车间内的加热设备、通风设备、空调系统等通过网络联接起来，收集所有能耗数据，进行数据分析，并结合相应的控制技术智能调控相关设备，大幅降低能源消耗。该措施初始投资为4.8万欧元，年节能150兆瓦时，减少38.5吨二氧化碳排放。 |
| 跨公司和跨行业的废热利用 | 在德国辛根有两家企业，一家需要高温蒸汽生产汽车零配件，另一家为食品类生产企业，主要消耗中低温蒸汽。在汽车配件生产车间往往会产生高达1000℃的高温废气，部分通过热交换器用于预热燃烧空气，或用于供暖及生活热水，剩余的热量释放到环境中。作为园区节能改造的一部分，在两家企业之间新建了一条400米长的管道，使用导热油作为传热介质，将中高温废热输送到食品加工企业的锅炉房产生中低温蒸汽，用于食品生产。食品生产企业的天然气消耗降低了三分之二。该措施初始投资为5百万欧元，年节能5万兆瓦时，减少11000吨二氧化碳排放。 |

此外，还应重点关注创新的、面向未来的脱碳技术路径以实现长期目标（即到2060年能源强度再降低30%）。表3-12列举了几条已在欧洲进行推广应用的脱碳技术路径，并取得了较显著的能效提升成果。金坛经开区的重点行业（新能源汽车、化工和材料、制造¹⁰⁰、玻璃等）也可参照这些路径实施相应的技术改造或升级。

表 3-12 按行业划分的技术路径和应用潜力概览¹⁰¹

| 脱碳技术路径 | 技术成熟度 | 应用潜力较高的行业 |
|------------------------------------|-------|------------------------------|
| 工业过程电气化 | 低/中 | 化工、有色金属、钢铁、陶瓷、玻璃 |
| 绿氢的使用 将氢整合进来，作为能源和原料 | 中 | 化工、钢铁和有色金属 |
| 碳捕集和利用等碳汇技术 | 中/高 | 水泥和石灰等大多数行业 |
| 替代燃料和原料（不包括氢能）、 生物质资源以及可再生能源的整合 | 中/高 | 水泥、化工和造纸、有色金属、玻璃等大多数行业 |
| 能效效率 | 中/高 | 水泥和石灰、化工、钢铁、纸浆和造纸、有色金属等大多数行业 |
| 材料效率、再生资源 and 废物资源化 利用（循环经济） | 中/高 | 所有行业 |

100 光伏产业被视为高端装备制造产业。

101 资料来源：欧盟委员会（研究与创新总局）与奥地利国家技术研究院（AIT）的合作。

建筑部门

2022年3月，住建部发布了《“十四五”建筑节能与绿色建筑发展规划》（建标〔2022〕24号），提出到2025年将新建居住建筑的能效提高30%。为了实现这一目标，除了基准情景中的能效措施外，还应在能效情景中考虑包含既有建筑节能改造在内的更全面、系统的建筑部门脱碳技术路径（如表3-14所示）。此外，在能效情景中，所有新建建筑在2030年都将达到德国被动房标准，到2060年将达到产能房标准。

表 3-13 能效情景下建筑部门的电力和天然气消费量

| | 2021 | 2025 | 2030 | 2035 | 2060 |
|-----------------------------------|--------|--------------------|--------------------|---------|--------------------|
| 金坛经济开发区人口 | 85,000 | 90,000 | 95,000 | 100,000 | 110,000 |
| 国内人均用电量（千瓦时/年） ¹⁰² | 1,119 | 1,467 | 2,057 | 1,956 | 1,522 |
| 建筑部门人均天然气消费量（立方/年） ¹⁰³ | 41 | 58 | 75 | 68 | 41 |
| 与2021年相比，建筑能效提升率 | 0% | 30% ¹⁰⁴ | 40% ¹⁰⁵ | 50% | 60% ¹⁰⁶ |
| 电力和天然气总消费量（吨标煤） | 15,800 | 16,400 | 19,400 | 16,700 | 14,700 |

全面系统的建筑部门脱碳路径见下表，可适用于新建建筑和现有建筑。

表 3-14 全面系统的建筑部门脱碳技术路径

| 被动优化措施 | 主动优化措施 | 智能控制 | 可再生能源 |
|--|---|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • 结构紧凑 • 建筑围护结构良好的密封性 • 良好的布局，确保自然通风和自然照明 • 密封和绝缘性能良好的门窗 • 室内外绿地 | <ul style="list-style-type: none"> • 建筑用节能设备，包括烹饪、照明和电梯等 • 电动汽车充电桩 • 使用低碳和可重复利用/可回收的材料、组件和结构 • 制定节水和雨水管理方案 • 编制废弃物管理方案 | <ul style="list-style-type: none"> • 智能照明 • 智能暖通空调 • 智能通风 • 智能遮阳 • 通过APP控制和引导人们的节能行为 | <ul style="list-style-type: none"> • 屋顶和立面光伏 • 太阳能光热系统 • 周边工业企业的余热利用 • 区域低温供热及储热 • 地热能利用 • 生物质能 |

102 参见表3-5。这一数值用作基线至并根据既往经验进行估计，没有考虑额外的能效措施。能效措施仅在计算能源消费总量是考虑。

103 参见表3-5

104 资料来源：《“十四五”建筑节能与绿色建筑发展规划》

105 被动房标准（比地方标准节能40%），参见表3-6

106 产能房标准（比地方标准节能60%），参见表3-6

交通部门

在能效情景下，机动车总数按照基准情景发展，但假设电动汽车保有量增长速度更快，电动汽车保有量的年增速为2%，约为基准情景的两倍，此外氢燃料汽车保有总量相比基准情景也增加了一倍。

表 3-15 能效情景下机动车数量的发展情况 (2021-2060年)

| | 2021 | 2025 | 2030 | 2035 | 2060 |
|---------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 传统能源汽车 | 26,210 | 29,290 | 33,250 | 30,100 | 10,200 |
| 纯电动汽车 | 590 | 3,300 | 8,300 | 13,100 | 44,800 |
| 氢燃料电池汽车 | 0 | 10 | 100 | 500 | 1000 |
| 机动车总数 | 26,800 | 32,600 | 41,650 | 43,700 | 56,000 |

金坛经济开发区交通部门的碳排放主要来自三个方面：城市客运、城市货运和城市基础设施。在分析了几种低碳措施及其节能潜力后，金坛经济开发区可采取被动和主动两类措施（见表3-16）。其中，被动措施与基础设施和政策相关，如升级路灯系统、提升城市规划和土地利用水平；主动措施需要用户的参与和行动。

表 3-16 低碳交通的被动和主动措施

| | |
|-------------------|---------------------------------|
| 被动措施 (政策和政府行动) | 可持续城市规划和土地利用，提高区域功能类型，降低城市通勤需求 |
| | 建设良好的公共交通，完善慢行交通系统 |
| | 发展可持续交通基础设施，如充电桩和加氢站、汽车共享站、换乘站等 |
| | 推广电动汽车、氢燃料电池汽车的发展 |
| 主动措施 (用户行动) | 使用电动汽车 |
| | 使用小型汽车 |
| | 更多使用公共交通 |
| | 倡导慢行交通：骑自行车或步行 |
| | 倡导无车生活 |

能源供应

能效情景除了太阳能和垃圾焚烧发电之外，还考虑了风能、地热能、生物质能（秸秆资源）和外购绿氢等。基于第二章可再生能源的开发潜力，同时假设所有可再生能源潜力在2060年前分阶段完成开发以及绿氢的整合主要发生在工业部门。表3-17列举了能效情景中有关可再生能源的假设及开发利用情况：

表 3-17 能效情景下金坛经开区可再生能源及余热利用情况

| | | 2021 | 2025 | 2030 | 2035 | 2060 |
|------|----------------------------------|------|-------|------|-------|------|
| 太阳能 | 光伏发电潜力 (吉瓦时/年) | 107 | 431 | 509 | 582 | 873 |
| | 屋顶太阳能热利用潜力 (吉瓦时/年) | | 2 | 5 | 7 | 20 |
| 风能 | 已实现的风能潜力 | - | - | 25% | 37.5% | 100% |
| | 风能 (吉瓦时/年) | 0 | 0 | 23 | 34 | 90 |
| 生物质 | 垃圾焚烧发电 (吉瓦时/年) | 0 | 175 | 210 | 262 | 262 |
| | 垃圾焚烧发电 (吉瓦时/年) | 0 | 0 | 12 | 18 | 47 |
| 地热能 | 已实现的地热能潜力 | - | 12.5% | 25% | 37.5% | 100% |
| | 地热能 (吉瓦时/年) | 0 | 3 | 7 | 10 | 26 |
| 余热利用 | 余热利用潜力 | - | - | 25% | 37.5% | 100% |
| | 金坛垃圾焚烧电厂余热利用 (吉瓦时/年) | | | 33 | 49 | 130 |
| 绿氢 | 绿氢在工业部门能源需求 中的占比 | 0 | 0 | 0 | 1% | 6% |
| | 外购绿氢 (吉瓦时/年) | 0 | 0 | 0 | 130 | 888 |
| | 总计 [吉瓦时/年] ¹⁰⁷ | 110 | 610 | 800 | 1090 | 2340 |

太阳能和垃圾焚烧发电的发展请参见基准情景。虽然风能、地热能、生物质(秸秆资源)的可开发潜力不大,但仍将对低碳能源供应体系有所裨益。基于现有数据,假设可再生资源的年增加量为2.5%,到2060年开发完毕。

金坛经开区能源结构处于从煤炭向天然气转变的阶段,因此绿氢可能是中长期替代天然气的一种解决方案。氢能是“双碳”目标实现过程中一个不可忽视的要素,且具有很多优势¹⁰⁸,如氢气可作为零碳燃料、可用于调节燃气轮机发电、氢燃料电池以及作为储能介质解决弃风弃光的问题等。

《中国氢能源及燃料电池产业白皮书》预测,通过可再生能源生产的绿氢将在2030年实现成本平价,到2060年将占终端能源消费的20%。因此,假设从2031年起,金坛经开区有少量氢能示范项目开始运营,并以每年0.2%的速度增长,直至2060年达到工业企业终端能源消费的6%。

107 这里为可再生能源和余热利用潜力的估算值,为便于阅读和后续计算,个位数取整。

108 资料来源:2020年国家改革计划(bmwk.de)



4 基准情景和能效情景的分析结论

第4.1节概述了金坛经开区的基准情景和能效情景的分析结论。第4.2和4.3节分别对不同部门的结果进行了更为详细的描述。

4.1 能源消费和二氧化碳排放概述

2021至2060年工业、建筑和交通部门能源消费发展情况

图4-1显示了2021至2060年金坛经开区三个部门终端能源消费发展情况。随着各部门能效提升措施的不断实施，与基准情景相比，能效情景下能源消费量显著降低。此外，随着时间的推移，减排量有所增加，即2030年减排达到12%，2060年减排达到25%，因此，在能效情景下，实现碳中和目标的难度要低于基准情景。

基准情景中，终端能源消费总量在2030年后继续缓慢增加，而能效情景则在2030年达到了135万吨标煤的峰值。按照基准情景下，能效提升的实施力度，考虑经济的持续发展、城镇化率提升和人们生活水平的提高，2030年终端能源消费的下降幅度并不显著。能效情景下相关措施的实施力度更大，可再生能源利用率更高，实现碳达峰碳中和的压力较小。

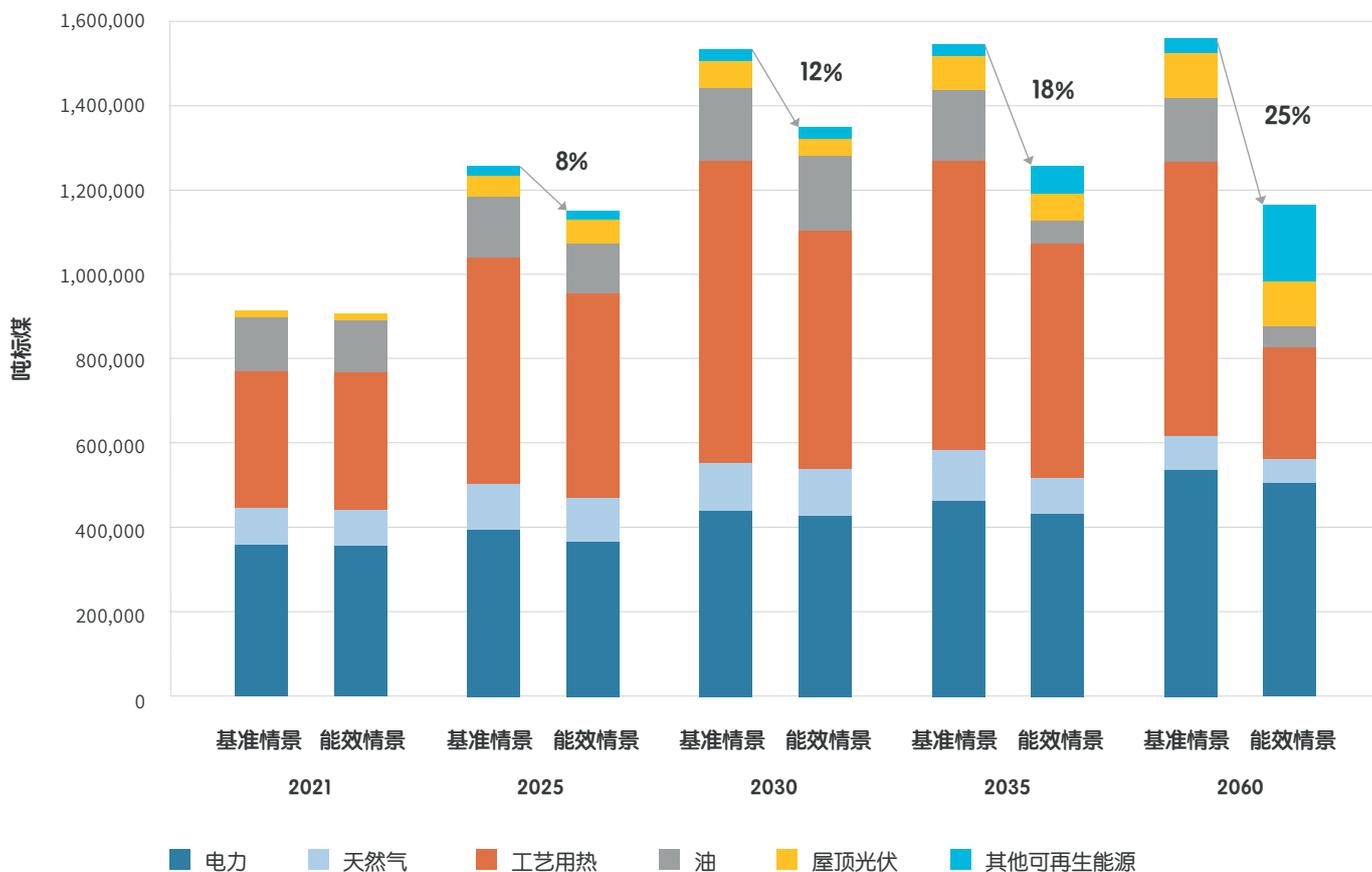


图 4-1 基准情景和能效情景下2021至2060年主要耗能部门能源消费发展情况

2021至2060年工业、建筑和交通部门二氧化碳排放发展情况

随着能效的提高、可再生能源利用率的增长和电网排放因子的持续下降，两种情景下，金坛经开区均可在2030年实现碳达峰，基准情景下达峰值为430万吨二氧化碳，能效情景下达峰值为380万吨二氧化碳，后者的达峰值比前者低50万吨二氧化碳。

尽管在这两种情景下，碳排放强度有所降低，但2060年实现碳中和目标仍有一定挑战。基准情景下，到2060年二氧化碳排放量为340万吨，能效情景下，二氧化碳排放量为200万吨，比基准情景减少了42%。因此，需要通过其他途径实现碳中和，如利用碳捕集、碳汇、碳封存(CCS)、绿氢等技术途径以实现额外减排，或通过排放交易系统、绿电制度等加速碳中和进程。

工业作为金坛经开区的核心部门，其二氧化碳排放量长期占到全区总排放量的80%以上，工业部门能效的提升和能源结构的优化对金坛经开区实现“双碳”目标具有关键意义。

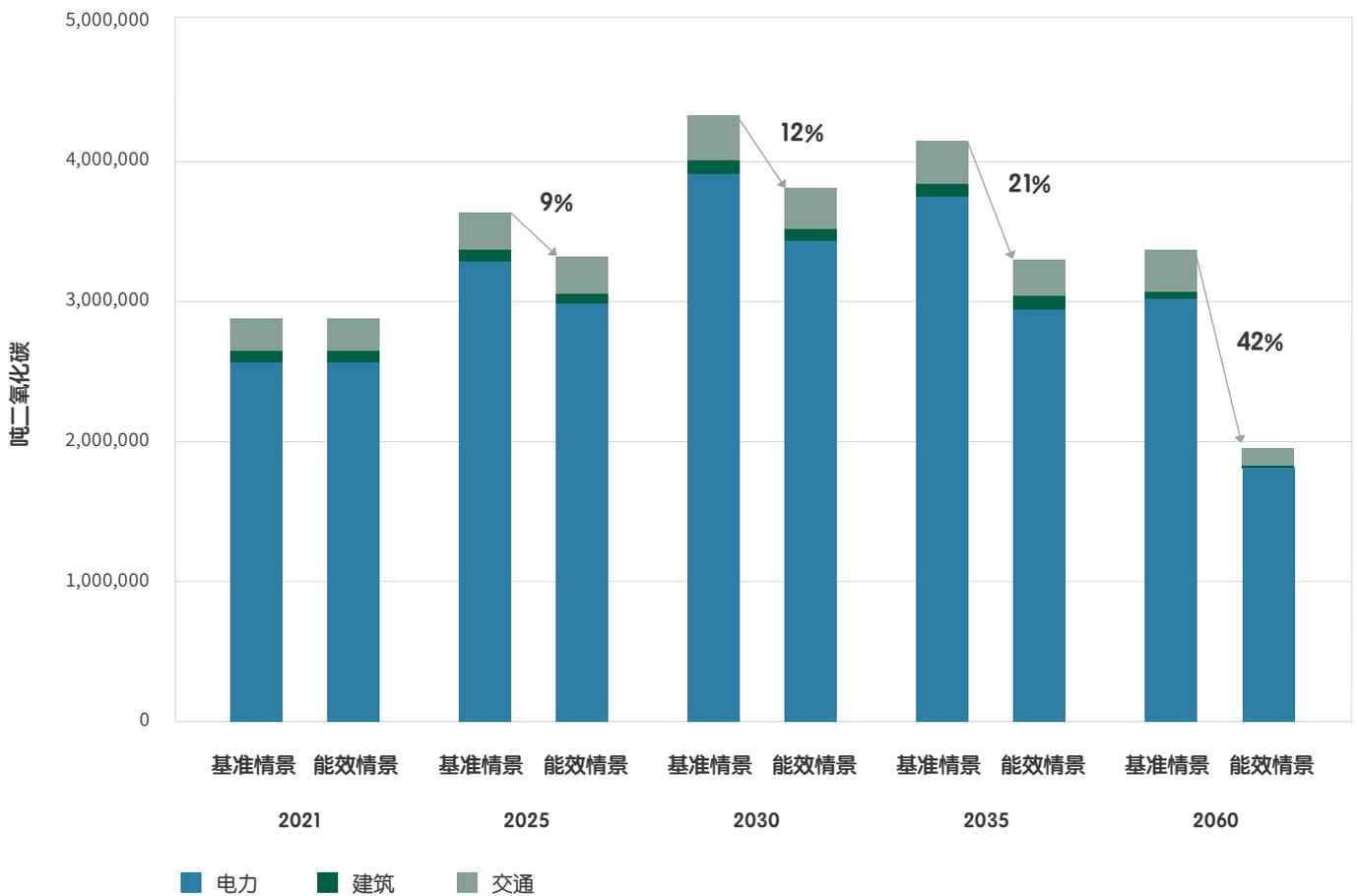


图 4-2 基准情景和能效情景下2021年至2060年金坛经开区跨部门二氧化碳排放发展情况

能源供给

根据表3-8和表3-17的假设和分析，图4-3显示了金坛经开区的可再生能源及余热利用发展潜力。

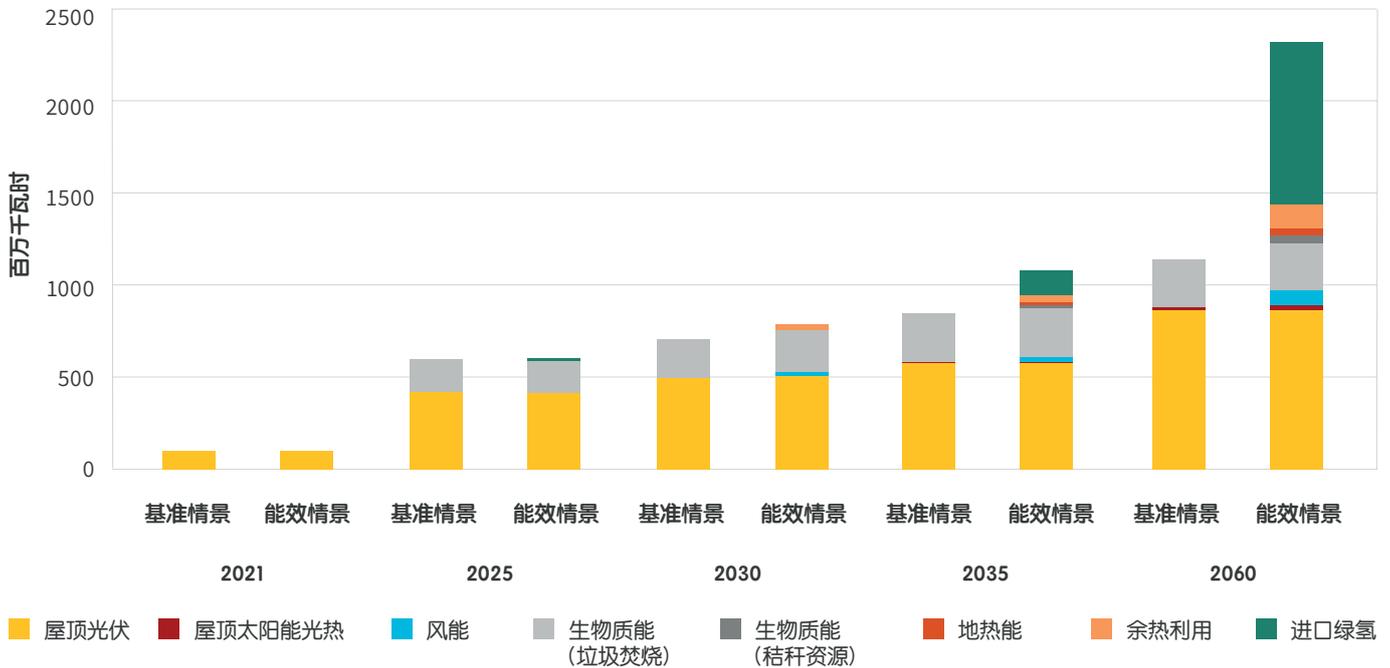


图 4-3 基准情景和能效情景下2021年至2060年可再生能源的发展潜力¹⁰⁹

在基准情景下，2030年可再生能源利用潜力420MW，年发电量约7.2亿千瓦时，到2060年可再生能源利用潜力700MW，年发电量约11.5亿千瓦时，仅占金坛经济开发区终端能源需求总量的6%和9%。因此，建议从其他地区引进绿电和绿氢等可再生能源，以提升可再生能源消费占比，促进能源供给结构绿色化发展。

在能效情景下，除了发展风能、地热能、生物质能（秸秆资源）等其他可再生能源载体外，还要考虑绿氢的广泛应用，从2031年开始以每年0.2%的速度增长，并到2060年达到工业企业终端能源消费量的6%（见第3.3节能源供应）。能效情景下，2030年可再生能源利用潜力为440MW，年发电量约8亿千瓦时，2060年可再生能源利用潜力约1200MW，年发电量约为23.4亿千瓦时，分别占金坛经开区终端能源消费总量的7%和25%。

109 金坛区的可再生能源发展规划目前知道2035年，因此图中列出的可再生能源潜在能源产量包括金坛规划中的规划值和本报告团队的假设值。

2030年能源消费和二氧化碳排放

金坛经开区致力于在2030年或之前实现二氧化碳排放达峰。在基准情景下，2030年的终端能源消费比2021年几乎翻了一番，从90万吨标煤增加到150万吨标煤，增长的主要原因包括金坛经开区的经济发展、新工业企业的设立、城区的扩大、汽车保有量的快速增长以及生活水平的提高。工艺用热占终端能源消费比重从2021年的46%上升到2030年的55%，仍居主导地位。主要原因是若干大型企业的投产，增加了工艺用热的需求。其次是电力和交通运输，占比分别为34%和11%。

在能效情景下，由于各部门实施了能效措施，2030年终端能源消费预计为135万吨标煤，二氧化碳排放总量为380万吨，与基准情景相比减少12%。工艺用热的占比从55%下降到50%，而电力占比则从34%上升到39%，主要原因是落实能效措施后，工艺用热需求下降，工业终端电气化率提高及交通领域电动汽车保有量增加，导致电力消费有所增加。基准情景和能效情景能源消费对比参照图4-4。

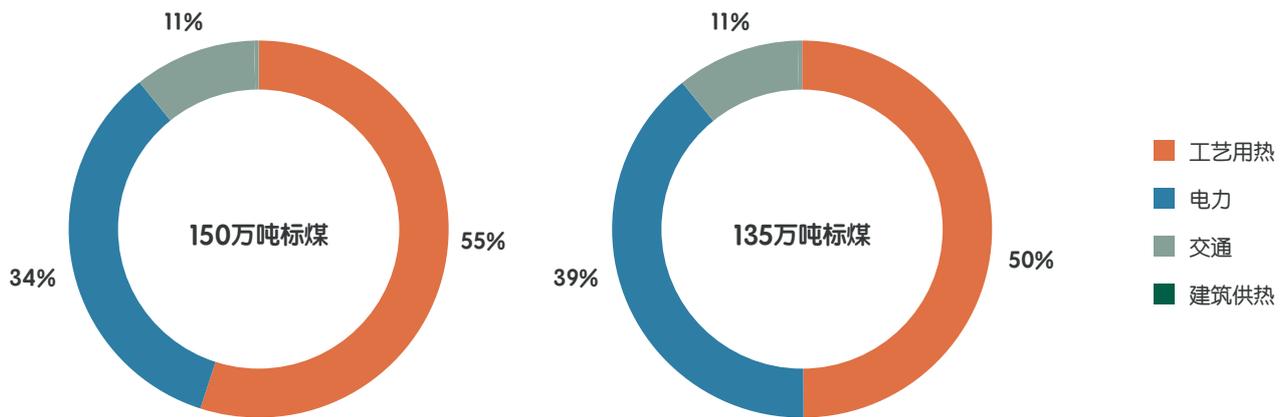


图 4-4 基准情景和能效情景下2021年至2060年可再生能源的发展潜力

在基准和能效情景中，由于所有部门能效的提高，各部门的能源消费占比没有发生太多变化，工业用户仍是主导力量。此外，可再生能源占比从6%提高到7%，这主要得益于能效措施的引进，但这仍远低于金坛经开区设定的目标值。

基准情景和能效情景下的分析结果表明，金坛经开区可完成2030年前碳达峰和各部门的能效目标，碳达峰值分别为430万吨和380万吨。两种情景下的能源供给均以化石能源为主，相比基准情景，能效情景下可再生能源利用率有所提高，2030年从6%增加到7%，2060年从9%增加到25%，可以通过购买绿电和绿氢进一步优化能源结构。此外，能效情景下，能源消费总量显著降低，2030年降低12%，2060年降低26%。能源消费以工艺用热为主，其次为电力和交通领域。两种情景下，2060年实现碳中和目标均有一定挑战，仍需要通过碳汇、碳捕集和封存（CCS）等技术路径和建立碳排放交易系统等相关途径加速碳中和进程。

4.2 结果详述：基准情景

工业部门

基于表3-3的假设，图4-5显示了2021至2060年工业部门能源消费的发展情况。随着金坛经开区的经济发展和工业扩张，工业部门的终端能源消费在2030年后将继续缓慢增长，达到139万吨标煤。然而，由于清洁能源和可再生能源的快速发展以及能源结构的优化，二氧化碳将在2030年达到排放峰值，约为390万吨。尽管在2030年实现了碳达峰，但与2021年相比，2030年的二氧化碳总排放量仍增加约50%。这为金坛经开区实现2060年的碳中和目标带来了一定压力。图4-5显示了实施能效措施后的节能潜力（虚线），相应减少约100万吨二氧化碳的排放（图4-6）。

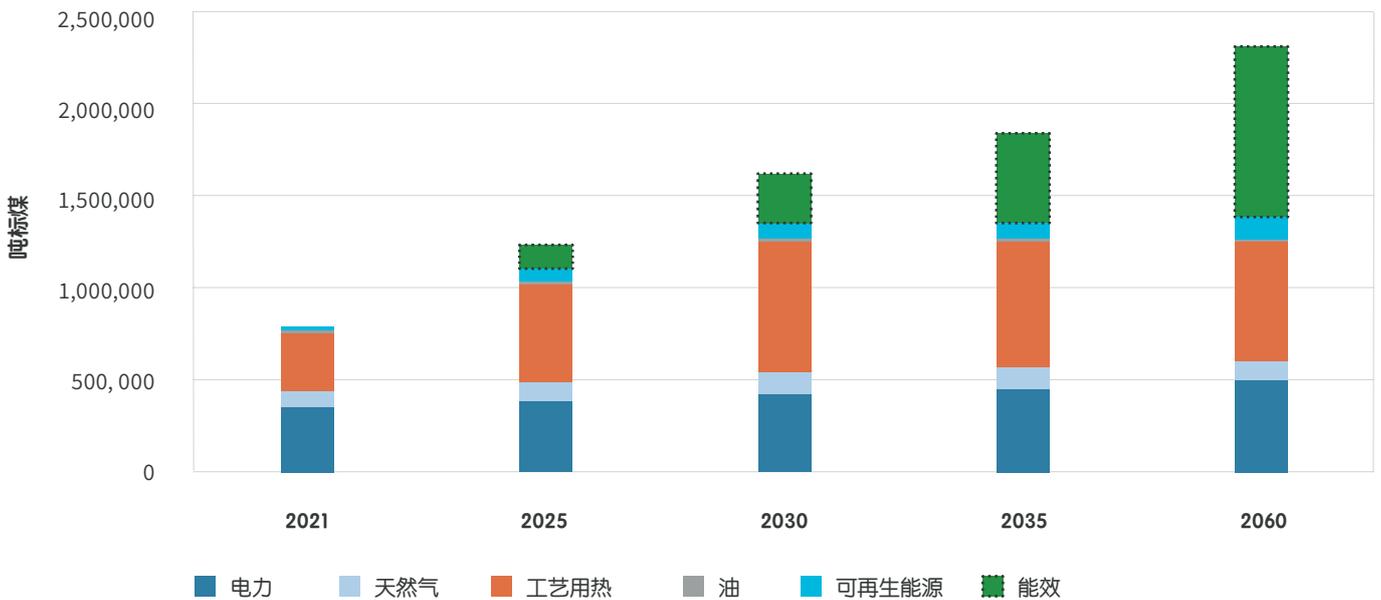


图 4-5 基准情景下2021至2060年工业部门的终端能源消费量

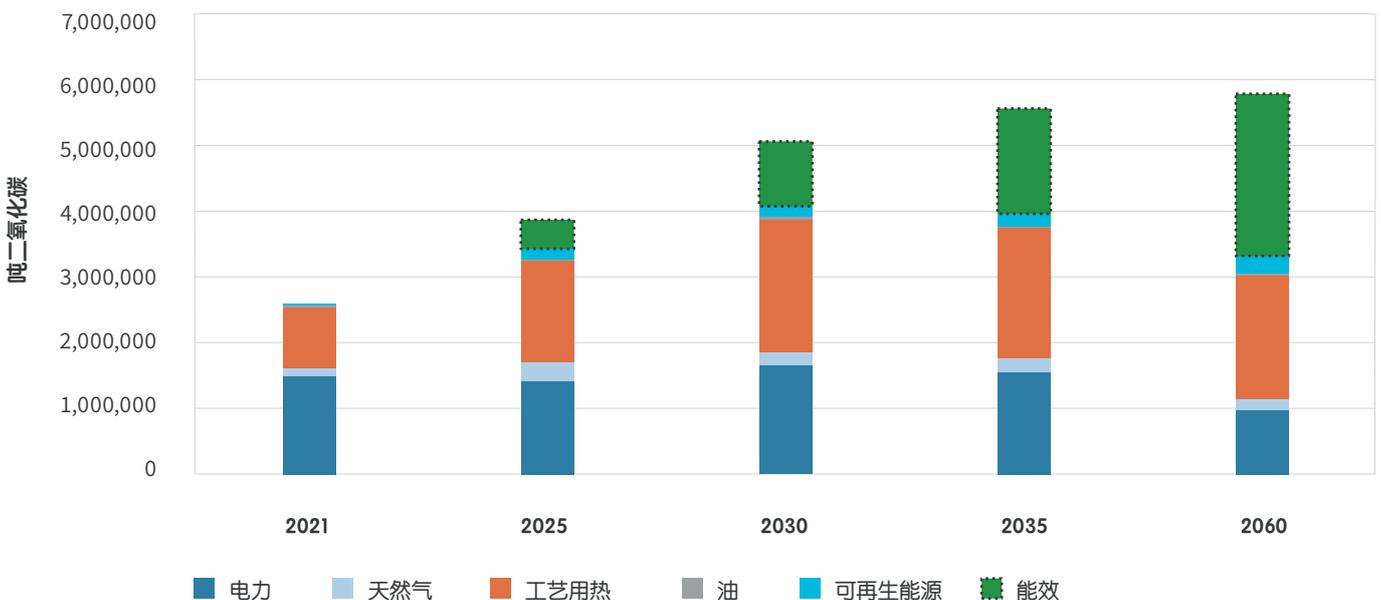


图 4-6 基准情景下2021至2060年工业部门的二氧化碳排放量建筑部门

如图4-7和图4-8所示,随着新城区的建设、人口增长和生活水平的提高,未来金坛经开区建筑部门的能源消费将比2021年有所上升,并在2030年达到峰值,约为2.44万吨标煤。二氧化碳排放量也将在2030年达到峰值,约为83,300吨。

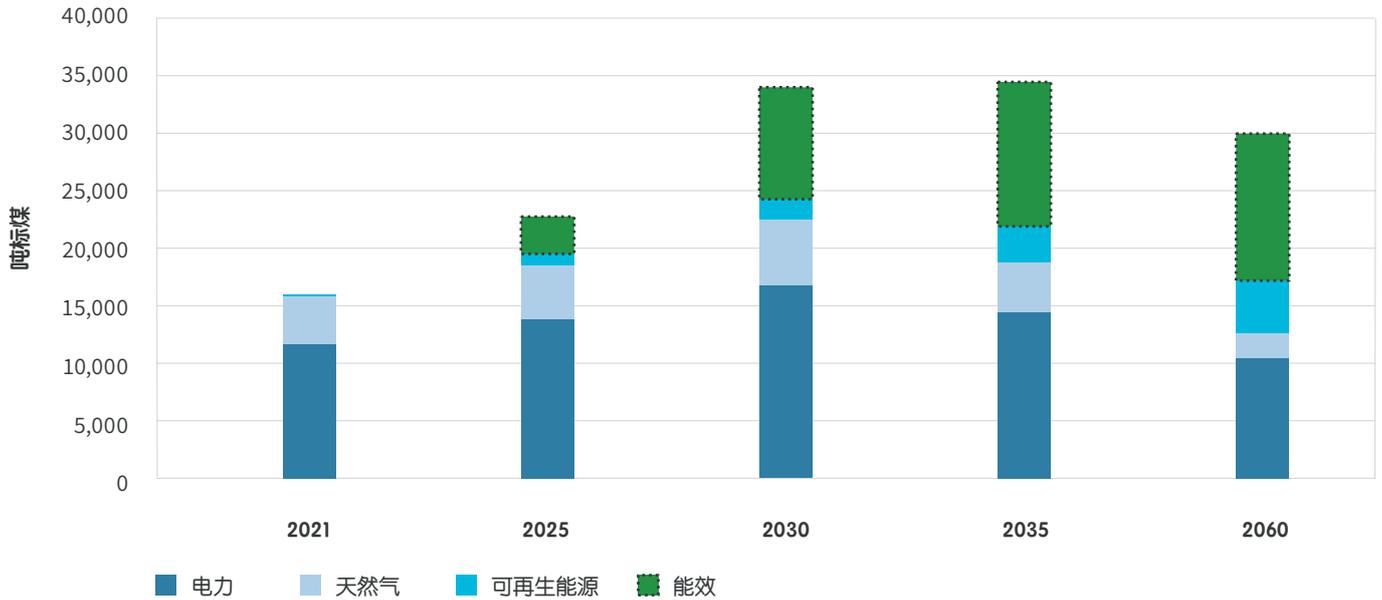


图 4-7 基准情景下2021至2060年建筑部门的终端能源消费量

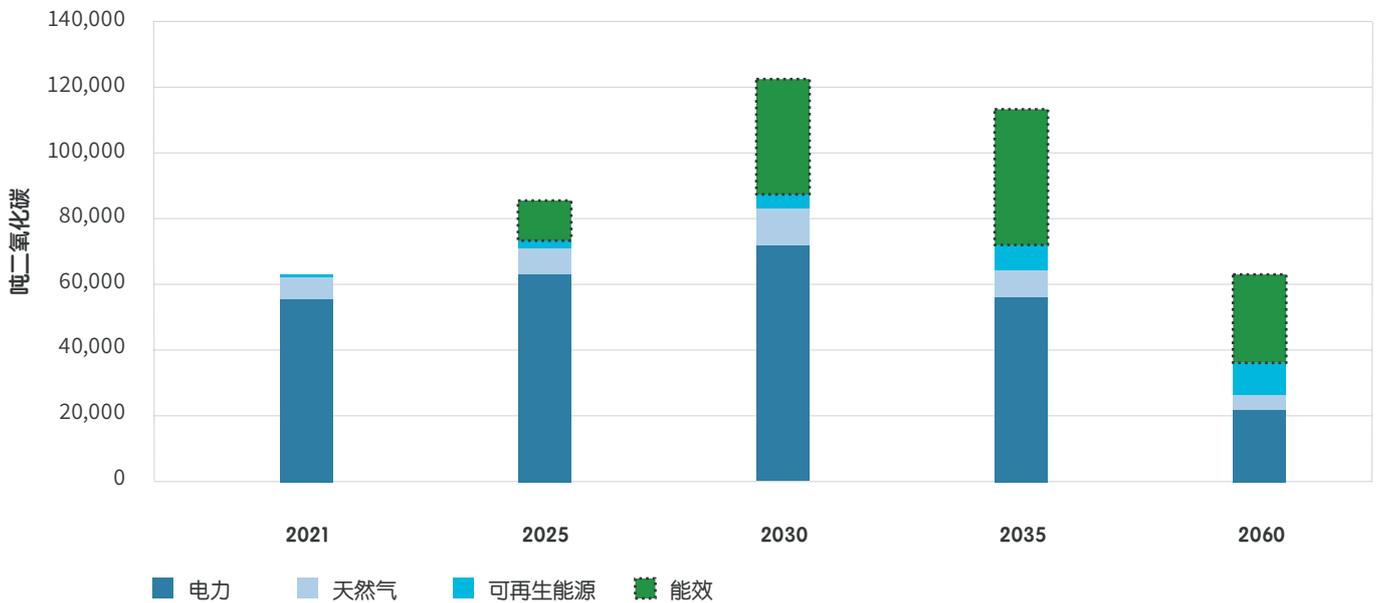


图 4-8 基准情景下2021至2060年建筑部门的二氧化碳排放量

交通部门

基于第3.2节的假设和分析，图4-9显示了2021至2060年金坛经开区机动车数量的发展情况。根据机动车数量，可估算出交通部门的能源消费量。

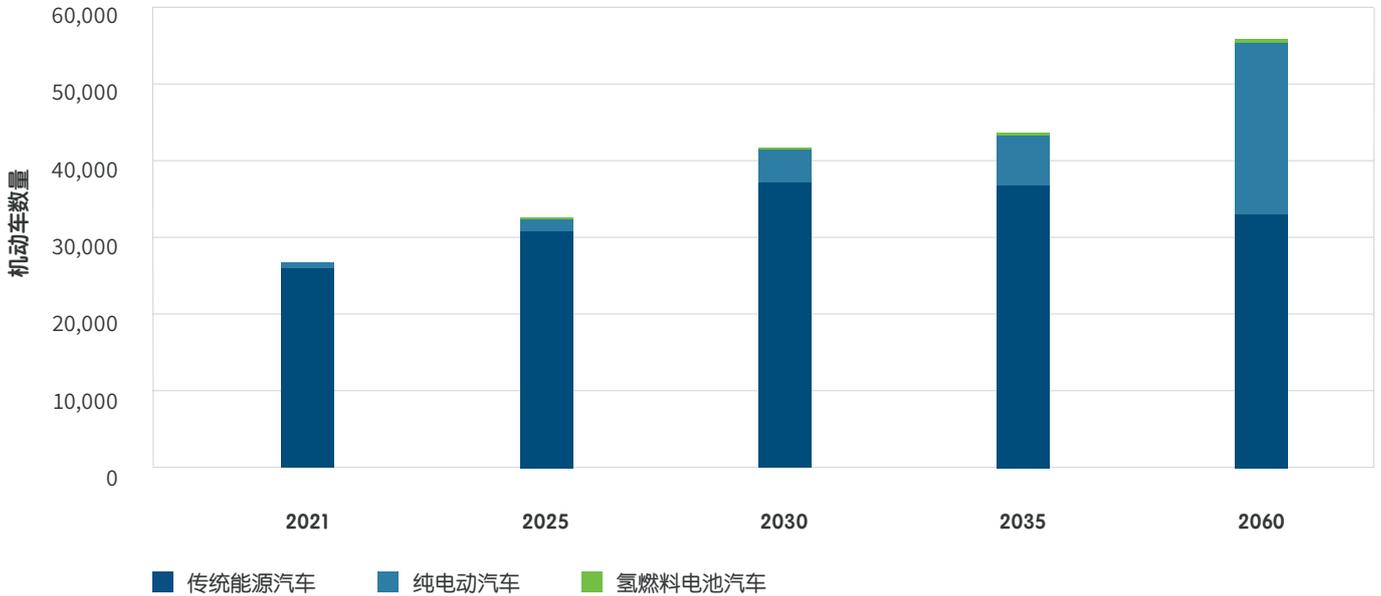


图4-9 基准情景下2021至2060年机动车数量发展情况¹¹⁰

如图4-10和图4-11所示，以燃油车为主导的交通部门的能源消费和碳排放量将在2030年达到峰值，约为16万吨标煤，二氧化碳排放峰值约为34万吨。从2030年开始，由于电动汽车和氢燃料电池汽车数量的增加，以及电网碳排放因子的降低，交通部门的能源消费总量将持续下降。然而由于机动车数量不断增加，2060年前能源消费总量和二氧化碳排放量下降幅度较小。

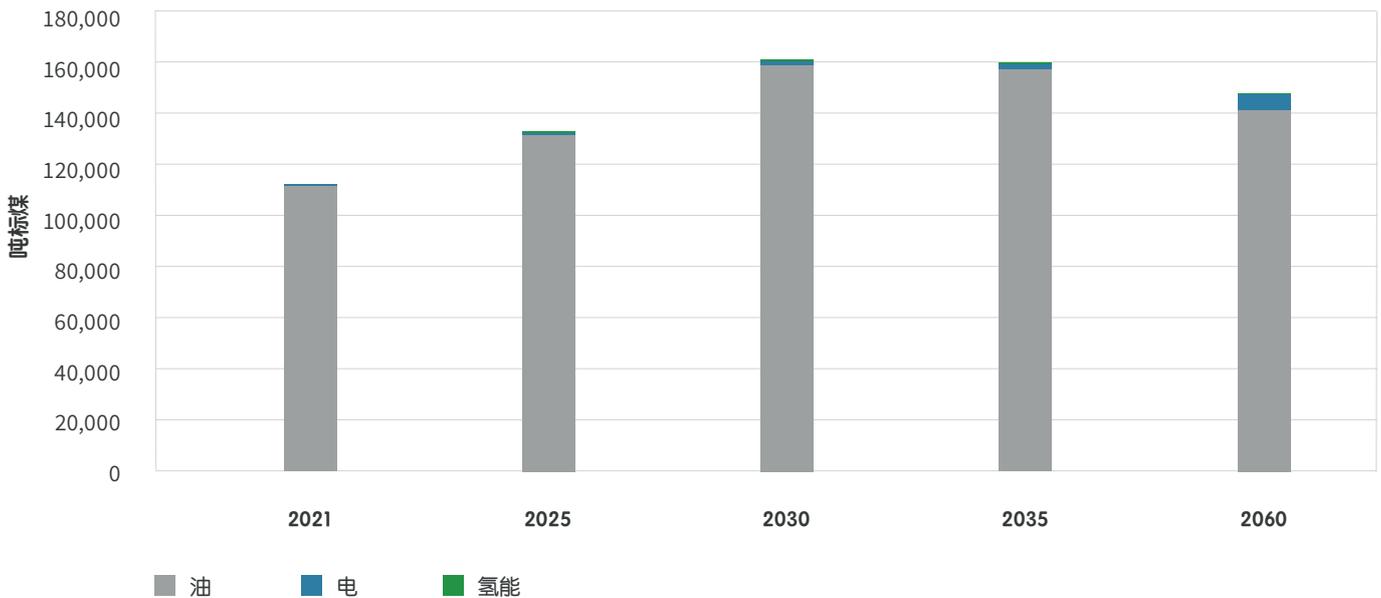


图4-10 基准情景下2021至2060年交通部门的终端能源消费量

110 参见表3-7

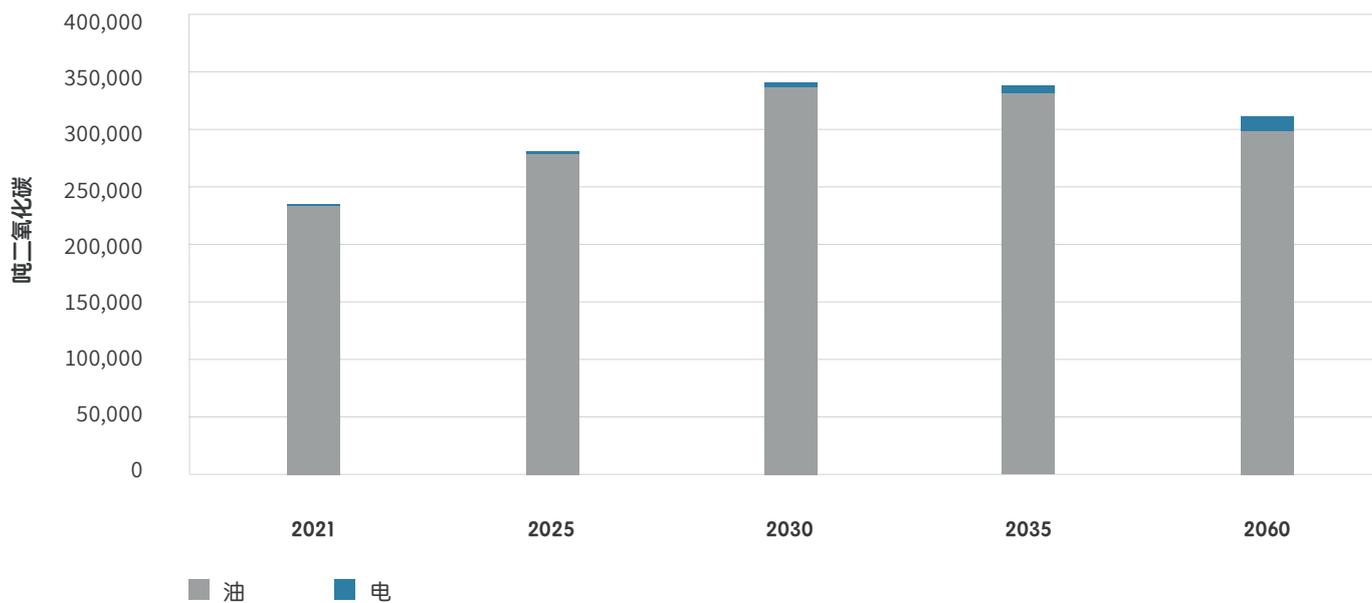


图4-11 基准情景下2021至2060年交通部门的二氧化碳排放量

4.3 结果详述：能效情景

工业部门

如图4-12和图4-13所示，能效情景下，工业部门的能源消费将在2030年达到峰值，约为119万吨标煤，二氧化碳排放量约为340万吨。在采用了相关能效措施的情况下，与2021年的基准值相比，能效情景下的能源消费到2030年和2060年将分别减少30%和60%（图4-15中的虚线），对应的二氧化碳减排量分别为150万吨和270万吨（图4-16）。如果到2060年实现碳中和，仍需通过碳汇等措施中和约180万吨二氧化碳。此外，相比基准情景，能效情景下，2030年和2060年的终端能源消耗量分别降低了12%和23%。

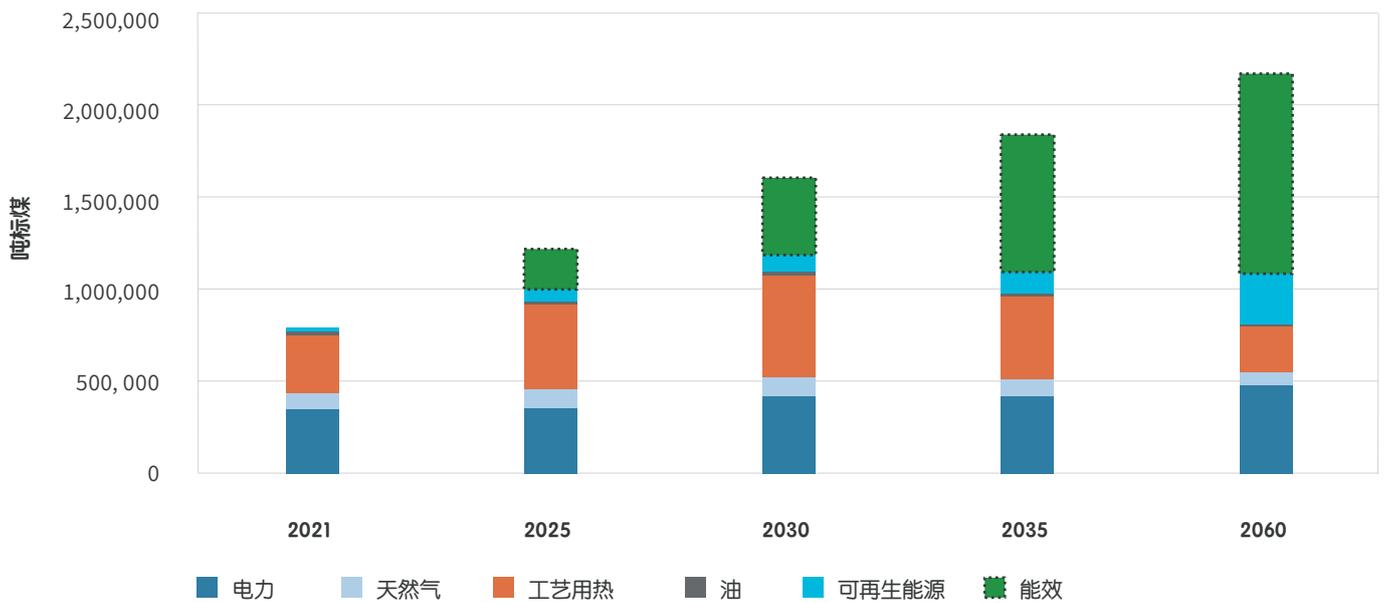


图4-12 能效情景下2021至2060年工业部门的终端能源消费量

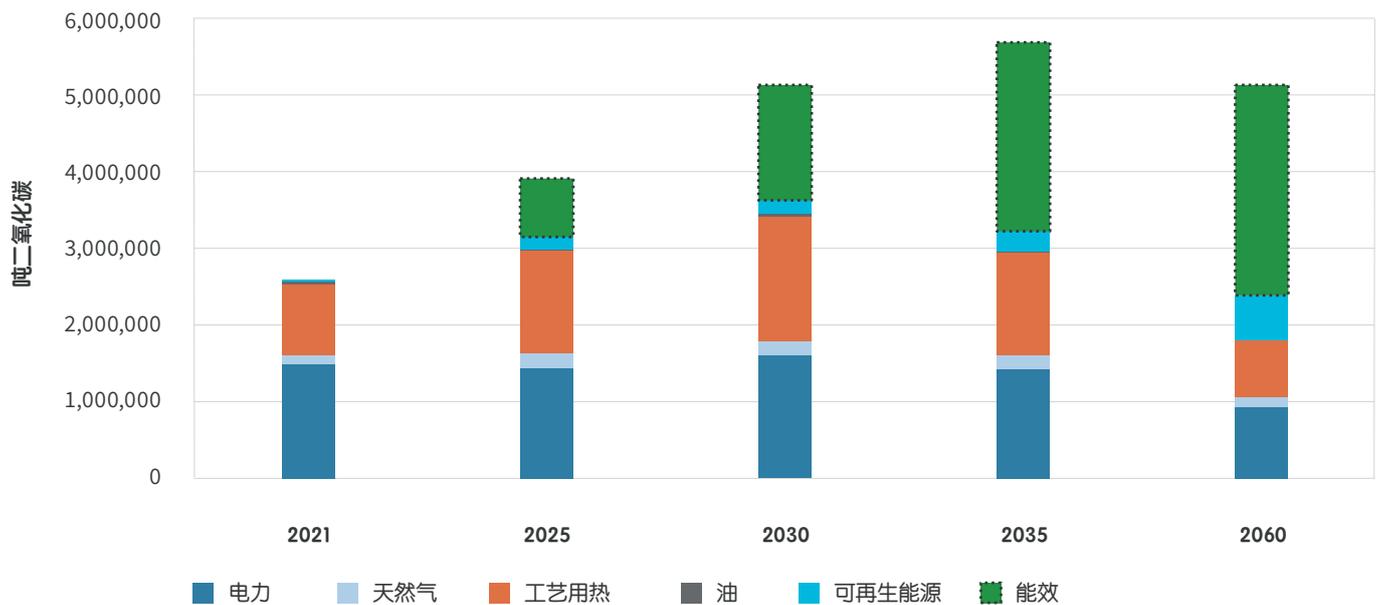


图4-13 能效情景下2021至2060年工业部门的二氧化碳排放量

建筑部门

如图4-14所示，在能效情景下，通过提高建筑能效标准、建设被动房示范项目，加强建筑领域可再生能源利用等措施，到2030年，建筑能效可提升40%，且到2030年能源消费和二氧化碳排放都达到峰值。与基准情景相比，能效情景下，2030年能源消费峰值减少10%，从2.44万吨标煤降至2.2万吨标煤，对应的二氧化碳排放减少了1.2万吨。

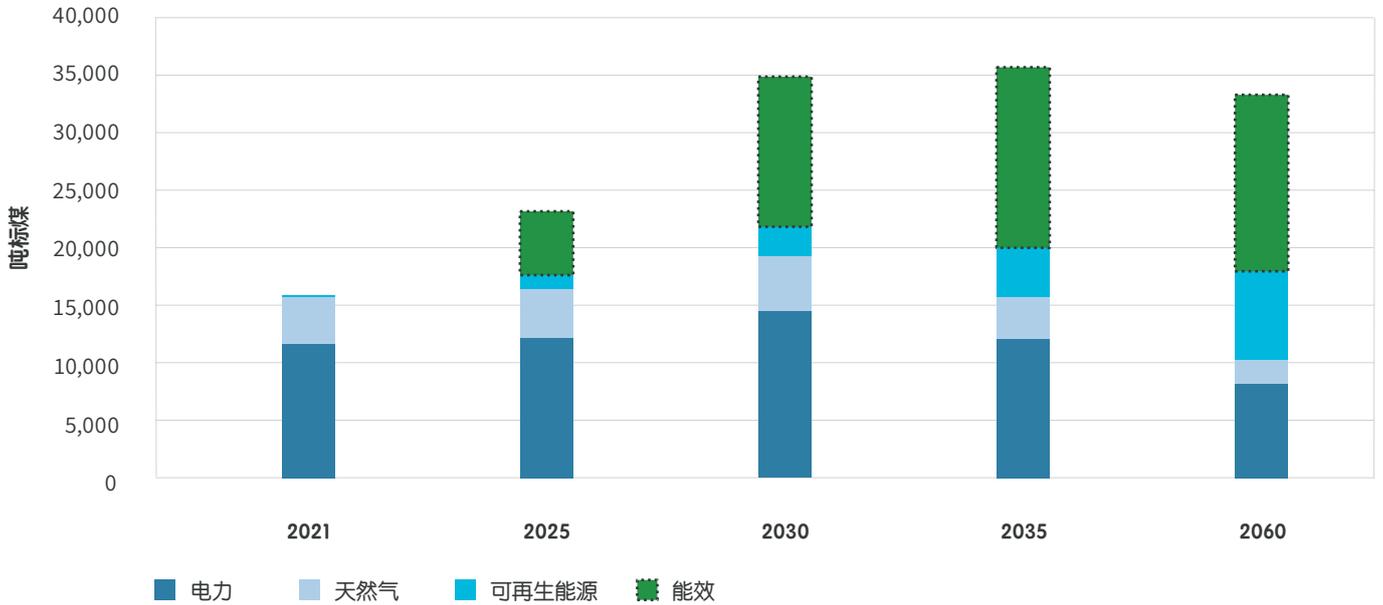


图4-14 能效情景下2021至2060年建筑部门的终端能源消费量

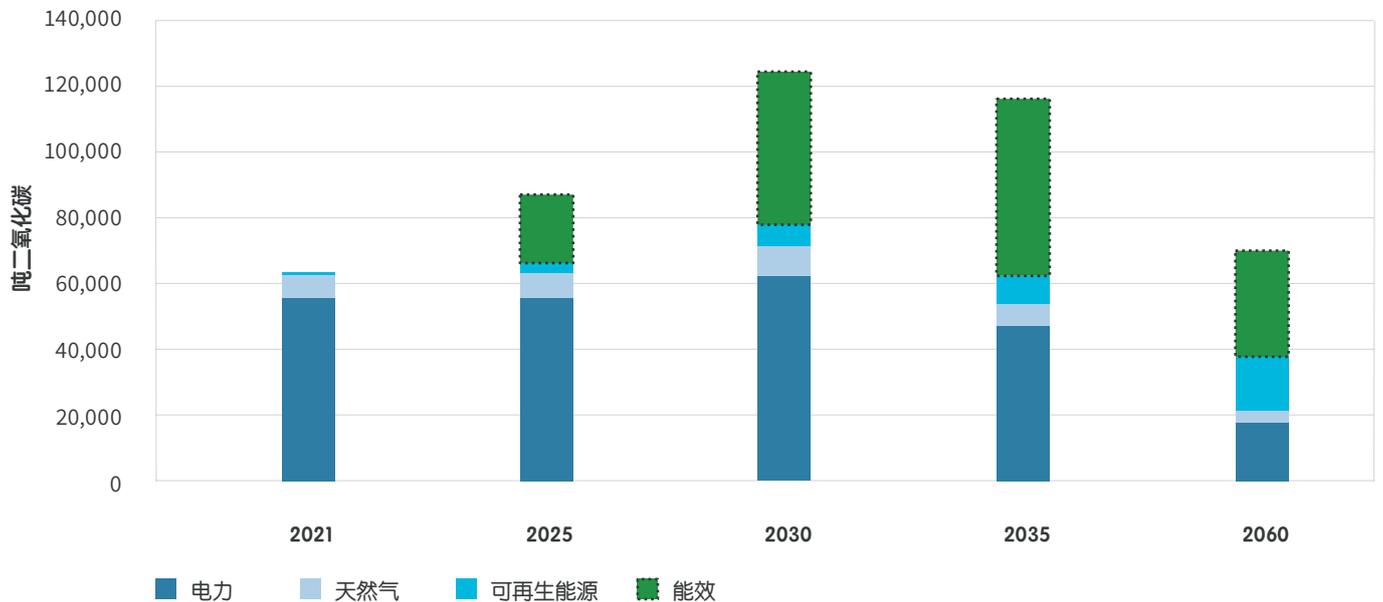


图4-15 能效情景下2021至2060年建筑部门的二氧化碳排放量

交通部门

基于表3-15的假设，图4-16显示了2021至2060年金坛经开区的机动车发展情况。传统能源汽车将逐渐被电动汽车和氢燃料电池汽车所取代。

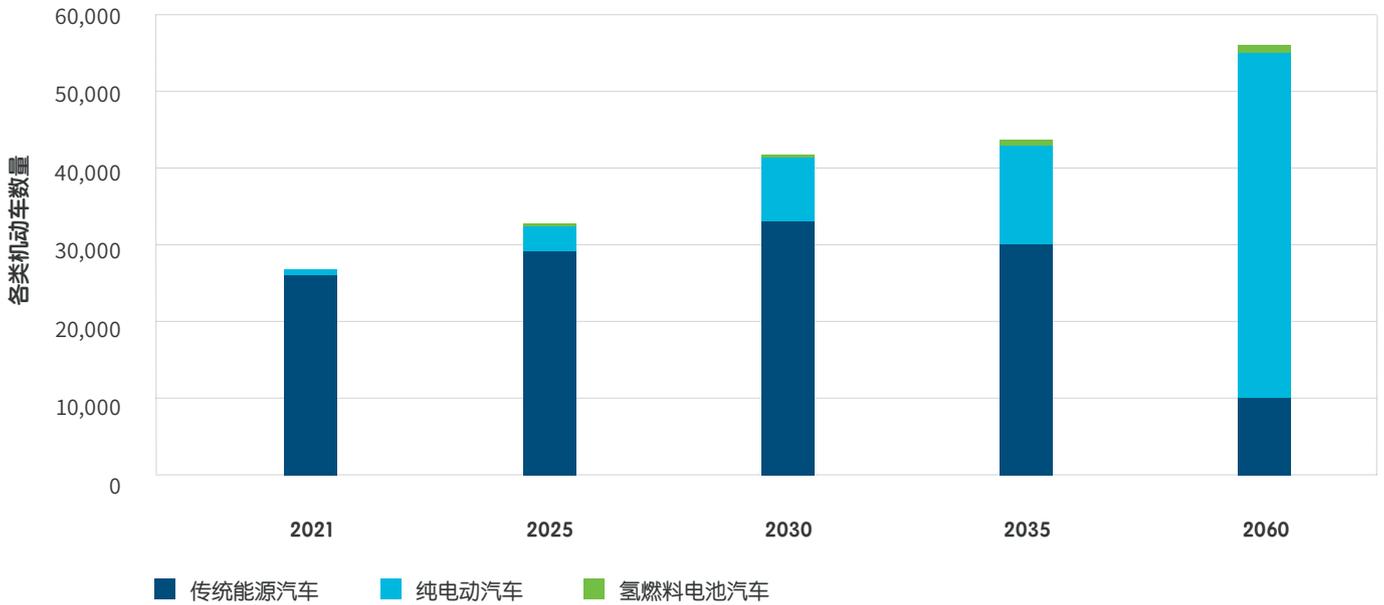


图4-16 能效情景下2021至2060年机动车数量发展情况¹¹¹

如图4-17所示，由于电动汽车保有量的快速增长和电网碳排放因子的降低，交通部门的能源消费将在2030年达到峰值，之后能源消费将持续下降。此外，得益于其他措施如公共交通、慢行交通的快速发展等（表3-16），也将进一步降低交通部门的能源消费。

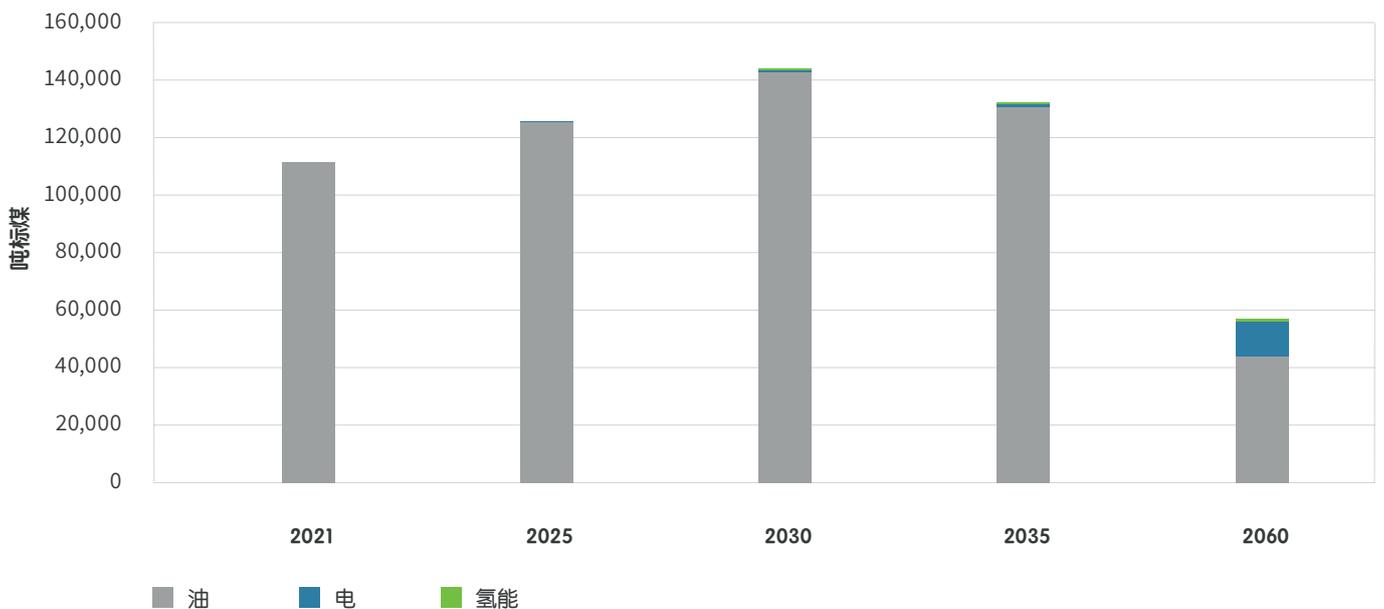


图4-17 能效情景下2021至2060年交通部门的终端能源消费量

111 参见表3-15

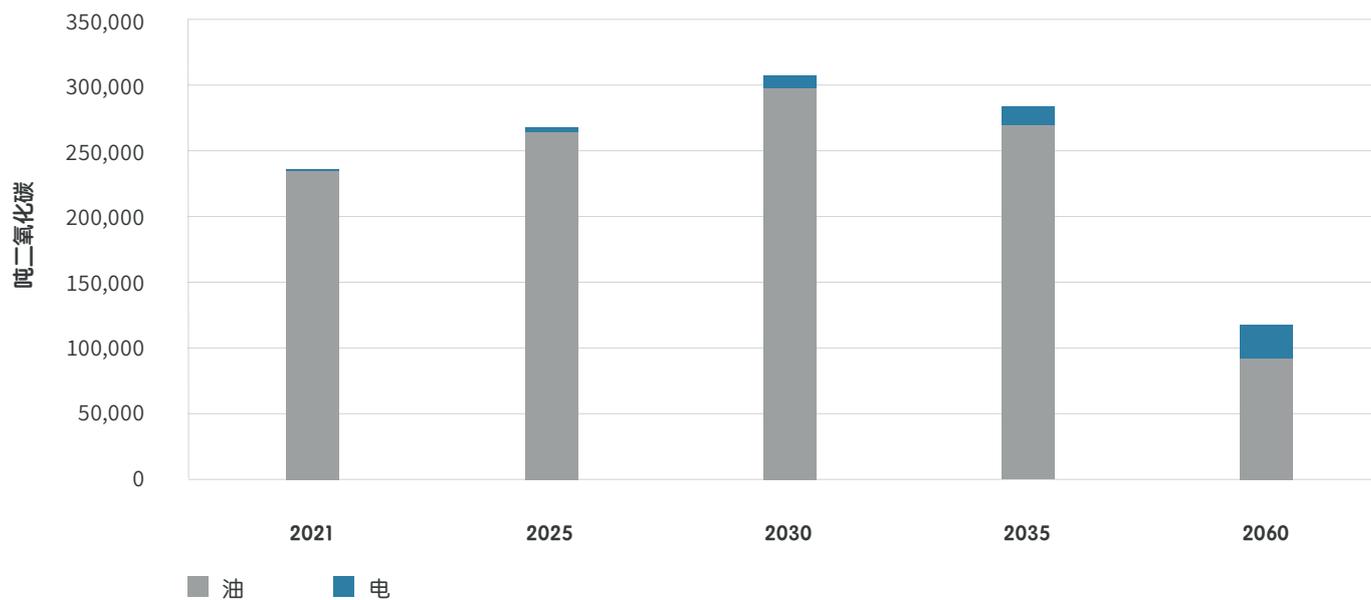


图4-18: 能效情景下2021至2060年交通部门的二氧化碳排放量



5 园区综合能效提升政策建议

金坛经开区目前能源消费结构仍以化石能源为主，随着江苏大唐金坛热电项目和金坛垃圾焚烧发电项目投入运营，园区能源供给能力显著增强，但是能源消费总量持续快速上升，这对园区双碳目标的实现造成了一定压力。通过为园区制定综合能效提升方案，综合考虑能源的生产、传输、终端消费和回收等环节，在各个环节采用互相关联的技术和管理措施，并通过能源管理和能源服务，进一步优化能源生产和消费，可以实现整个能源系统的最优化，助力双碳目标的实现。

5.1 优化能源供给侧结构，以能效提升为基础，推动可再生能源发展

全面提升园区整体能效水平。目前园区95%以上的能源消耗来自化石能源，其中煤炭占园区一次能源总消耗量的20%左右，为优化园区能源结构，首先要推动园区能源系统整体优化，统筹规划能量梯级利用流程及工艺衔接。其次，要严格控制煤炭消费总量，实施煤炭消费项目减量替代工程。探索跨领域跨行业节能技术耦合使用，如使用化工企业的富余中低压蒸汽为印染纺织企业提供工艺用汽等，实现园区能量流与物质流利用效率大幅提升。园区企业生产用热以集中供热为主，按照能源梯级利用的原则优化园区集中供热运行模式，并优先利用工业余热为建筑进行供暖与制冷。最后，要推进园区能源管理体系和能耗在线监测管控体系建设，加强数据运用，实现能源管理智能化。

提高可再生能源利用率。园区目前终端能源消耗中可再生能源占比约为1%（不包括2022年新建的垃圾焚烧发电项目），比例较低。通过对园区太阳能、地热能、风能、污水余热能源、和生物质能（含生活垃圾焚烧发电项目）等可再生能源潜力分析，预计年利用潜力可达13亿千瓦时，相当于16万吨标煤。因此，要积极拓展应用范围，提高园区可再生能源的消费比重，促进能源供给侧结构调整优化，打造品种多样、模式多元的可再生能源用能体系。依托园区新能源产业优势，结合金坛区屋顶光伏整县推进计划，加快推进分布式光伏建设，到2030年，公共建筑和工商业厂房屋顶安装光伏的面积比例不低于50%，个人新建住宅屋顶安装光伏的面积比例不低于30%。鼓励政府投资的新建房建项目及公共建筑，因地制宜采用污水源、浅层地热能等非化石能源供热供冷。积极推动金坛垃圾焚烧发电厂二期（日处理量500吨）开工建设，同时建设相关基础设施，充分利用垃圾焚烧发电过程中产生的余热。充分挖掘园区氢能生产潜力，加大对工业副产氢的收集利用力度，围绕氢能制备、氢燃料电池、储能等领域，加快建立氢能与储能融合发展的供应体系。到2030年，可再生能源利用率达到12%到15%。长期来看，可以考虑通过进口绿氢逐步替代天然气来实现园区的零碳能源供应。

推进重点用能设备节能增效。工业领域占园区总能耗的80%以上，其中以电机、风机、泵、压缩机、变压器、换热器、工业锅炉等重点用能设备能耗为主，节能潜力巨大。对标德国及国际先进标准，制定设备更新淘汰计划，全面提升设备能效水平。建立以能效为导向的激励约束机制，对于重点用能设备能效水平达到国际先进值的企业，给予贷款、税费等方面优惠政策；未能按照计划淘汰能效落后设备的企业，按照相关规定及要求处罚和公示，推广先进高效产品设备，加快淘汰落后工艺和设备。加强重点用能设备节能审查和日常监管，强化生产、经营、销售、使用、报废全链条管理，确保能效标准和节能要求全面落实。

5.2 推动传统产业绿色升级，赋能园区绿色可持续发展

深入推进“两高”项目绿色发展。针对电力、化工、金属压延加工、造纸、印染等重点领域大力实施减污降碳行动，采取“一企一策”措施，清单化、动态化管理。推进高耗能高排放企业绿色制造和清洁生产，坚决淘汰落后产能、落后工艺、落后产品，大幅提升行业整体能效水平。按照“横向耦合、纵向延伸、循环链接”的原则，加快化工、纺织印染、生物医药、装备制造等具有典型循环特色的产业绿色循环化改造。系统性优化园区能源消费、资源集约利用和环境保护，形成低品位能源利用-有效资源利用-环境条件改善之间的良性循环。提升金坛新材料科技产业园入园标准，严格遵循产业定位发展化工新材料和生物技术产业和医药原料药产业。到“十四五”末期，经开区内化工企业全部入园。到2030年，园区单位GDP能耗相比2021年降低20%到30%。

推进园区循环化发展。推动园区化工及材料领域重点企业实施清洁生产改造，促进废物综合利用、能量梯级利用、水资源循环利用，推进工业余压余热、废气废液废渣资源化利用，并进一步加强集中供气供热；提高再生资源综合利用率，鼓励园区新能源企业循环利用退役动力电池、光伏组件等新兴产业废弃物。推动建筑垃圾资源化利用，推广废弃路面材料原地再生利用；加快推进园区周边农业作物秸秆高值化利用。扎实推进生活垃圾分类，加快建立覆盖园区的生活垃圾收运处置体系，全面实现分类投放、分类收集、分类运输、分类处理，适时推进金坛垃圾焚烧发电项目二期工程建设。到2030年，城镇生活垃圾资源化利用比例提升至100%。

5.3 优化园区结构布局，提高建筑能效标准，提升建筑领域可再生能源利用比例

推动园区建设绿色转型。将碳达峰、碳中和理念融入园区规划、建设和运行管理各环节。园区目前以工业用地为主，应进一步优化园区结构和布局，有序强化产城融合一体化发展，完善节约集约用地措施、强化建设用地控制标准、盘活利用闲置土地，提升园区土地资源利用效率。

全面提升绿色低碳建筑水平。新建居住建筑100%实施江苏省《居住建筑热环境和节能设计标准》（DB32/4066-2021），引入德国被动房和产能房建筑标准，落地实施3-5栋被动房和产能房试点项目，并进行规模化推广。到2030年，采用被动房标准和产能房标准的建筑占比达到20%。推广节能建材应用、装配式和钢结构建筑，持续提升新建建筑和基础设施节能标准，加快推进绿色建筑高品质、市场化、产业化发展。

提高可再生能源在建筑领域的利用比例。因地制宜推动太阳能、地热能、污水余热等可再生能源建筑一体化应用。有集中热水供应需求的公共建筑，具备太阳能集热条件的，优先采用太阳能集中供热系统，实现供热系统与建筑一体化。加大地热能 in 高档住宅项目中应用的推广力度，金坛第二污水厂及园区污水泵站周围5公里范围内，新建及改造项目供冷供热优先使用污水余热资源。到2030年，建筑领域可再生能源利用比例要达到8%到12%。

深挖既有建筑节能潜力。借鉴德国建筑节能经验，在既有建筑节能改造中推广建筑保温、门窗和遮阳、气密性、电梯及照明等重点领域的成熟、高效节能技术。深入开展公共建筑能效提升改造工程，支持通过合同能源管理等模式实施公共建筑节能改造，鼓励公共建筑在节能改造时参照绿色建筑标准，同步实施绿色化改造。加快推进德国中心“光储充热”一体化节能改造项目建设，打造既有建筑节能改造典范。

5.4 促进公共交通及新能源动力车发展，打造可持续交通系统

打造可持续交通系统。随着经济社会的持续发展，交通需求日益膨胀，面对空间资源和环境资源的约束，通过打造可持续交通系统来实现交通领域低碳转型。首先，加快构建以公交为主体、公共自行车为延伸的公共交通体系，持续推进地铁7号线、市域郊轨道交通S1号线和南沿江城际铁路建设，确立公共交通在城市交通中的主导地位，同时倡导自行车和步行等绿色出行方式。其次，提升公共交通服务质量，使市民热衷于使用公交系统出行，减少噪声污染和温室气体，提高空气质量，实现可持续发展。最后，逐步实现交通运输系统的智能化、数字化，加快形成市内以公共交通、轨道交通为核心，新能源汽车为辅助，市外铁路、水运、公路组合运输的综合交通运输体系，发挥不同运输方式的比较优势和组合效率，提高多式联运率和物流效率，降低车辆空驶率，减少能源消耗。

加大新能源动力车推广力度。截至2021年，金坛经济开发区汽车保有量约为27000辆，其中电动汽车的占比为2%左右，随着企业入驻、人口增加，园区机动车数量将持续上升，到2030年预计达到40000辆左右，其中电动汽车占比应达到15%。为了保证交通领域2030年实现碳达峰，应加快淘汰老旧高耗能机动车，淘汰码头货运黄标车，推进园区新增和更新的公交、环卫、邮政、出租、通勤、轻型物流配送等车辆使用新能源或清洁能源汽车，大力推广新能源私人乘用车。到2030年，电动汽车占新车销售量比例要达到50%。加快构建便利高效、适度超前的充换电网络体系，港口岸电设施、综合供能站等配套设施建设力度。加强充电桩、风光一体路灯杆等基础设施的建设和技术推广。因地制宜推动加氢站规划建设。

5.5 落实金坛经开区启动区规划建设

选取中德云湖科创谷和河头小镇作为金坛经开区启动区（以下简称“启动区”）核心区域。为启动区编制综合能效提升方案，对标德国及欧洲标准，引进德国低碳技术及措施，为示范项目落地提供相关技术咨询，将启动区打造为中德城镇节能示范合作标杆，引领和带动金坛经济开发区的绿色低碳转型，总结中德能效合作相关经验，进行复制推广。

启动区供能优先使用可再生能源。大力开发可再生能源利用潜力，将可再生能源利用作为约束性指标，指导启动区能源供给体系建设。因地制宜推广光伏、地热及热泵应用，推动启动区建筑屋顶光伏项目及配套储能系统建设，做到“能安尽安”；在条件适宜区域优先利用浅层地热能，为建筑供热（冷）；到2030年，非化石能源占能源消费总量比重力争达到20%。

推动能源消费端能效精准优化和协同优化。建立启动区能源管理平台，完善能源消费端数据收集和分析，在设备、工艺和产品方面与德国及国际先进能效标准保持动态对标，及时发现能效洼地，并有针对性地采取必要的技术措施和管理措施，提高关键部位或流程的能效水平。基于能源阶梯利用原则，根据用能种类、特点、工艺路线等，推动启动区不同企业之间的能效协同优化，完成一到两个跨企业能效协同示范案例，提升启动区的综合能效水平。

提高启动区相关领域能效标准。启动区所有企业要满足国家现行单位产品能源消耗限额先进值，新入驻企业能效水平对标德国及国际先进标准，树立领域、行业能效标杆。建筑领域引入德国被动房标准，启动区新建居住建筑和公共建筑全面执行绿色建筑二星级及以上标准，逐步过渡到被动房标准，2025年前完成3-5个被动房示范项目建设，到2030年，新建居住建筑和公共建筑全面执行被动房标准。

完善启动区示范项目布局，有序推进重点项目建设。充分利用启动区可再生能源潜力，落实“能安尽安”原则，启动区屋顶光伏全覆盖，启动区污水泵站附近2公里范围内优先利用污水余热进行建筑集中供热（冷），其他区域优先利用浅层地热能进行集中供热（冷）。建立启动区能源管理平台，根据企业用能特点优化项目时间和空间布局，加强企业之间的能效协同优化，探索永臻科技和周边企业、机构之间的能效耦合。推动紫东公寓等被动房及产能房试点项目建设，并从建筑单体向园区层面推广，结合建筑示范项目建设零碳教育培训中心，推广先进节能技术，倡导绿色生活理念，开展能力建设。交通领域，建设以公共交通为主、慢行交通为辅的绿色低碳交通体系，在启动区建设公交接驳系统，并设立自行车风景道及机动车禁行区，倡导居民绿色低碳出行。

5.6 保障措施

强化组织领导，建立园区综合能效提升工作领导小组。成立金坛经开区综合能效提升工作领导小组，负责能效提升工作的总体规划和推进。要把规划的目标、指标、任务、措施和重大支撑工程纳入本地区国民经济和社会发展规划，加强园区能源“双控”管理。各有关部门应加强协调配合，按照职责分工开展相应工作，针对规划目标和各项任务分解落实，制定年度工作计划，明确年度工作任务和部门职责分工，确保任务到位、项目到位、资金到位、责任到位，确保规划全面实施。

建立全方位多层次政策支撑体系，引导示范试点建设。全面贯彻碳达峰碳中和“1+N”政策精神，建立全方位多层次政策体系，从能源结构调整、节能增效、循环经济、生态系统碳汇等方面配套出台系列支撑政策，加强能源转型、经济发展、能效提升工作的融合，把综合能效示范区和园区“双碳”目标的实现紧密结合起来。引导建设一批能效提升重点项目，逐步形成可示范推广，经济可行的项目实施和政策支持模式。

发挥财税政策引导作用，建立可持续长效支持机制。加大财政资金投入力度，积极争取国家和省市层面有关配套资金，通过中德城镇节能示范项目探索引入国外政府优惠性资金支持。强化对新能源、工业、建筑、交通等行业的保障支持力度，重点支持构建清洁低碳安全高效的能源体系、重点工业领域能效提升项目、建筑和可再生能源耦合项目等方面工作，提高资金支持方向的精准性。完善政府绿色采购政策，有效促进节能环保等产业的发展，积极引领全社会形成绿色消费趋势。

加强宣传引导，推广中-德城镇节能示范园区建设经验。建立城镇节能宣传基地，通过展厅、户外大屏、墙体标语、短视频等多种形式开展园区综合能效提升专题宣传，并结合每年的节能宣传周、世界环境日等开展主题宣传活动，通过报纸、网络、举办现场宣传会等多种传播渠道和方式宣传中德能效合作项目成果。扩大金坛经济开发区绿色低碳发展影响力，进一步增强园区的招商引资能力。

第二部分

金坛经济开发区 启动区实施方案

方案第一部分为金坛经开区制定了整体综合能效提升规划（以下简称“整体规划”），在此基础上，为进一步引入德国和国际上在能效提升领域的先进经验和最佳实践，推动项目落地，方案第二部分选取了金坛经开区内中德（常州）小镇（以下简称“中德小镇”）和中德云湖科技创新谷（以下简称“云湖科创谷”）两个区域作为金坛经开区启动区（以下简称“启动区”）核心区域，并为启动区制定了更加具体、可落地实施的综合能效提升方案。方案首先对启动区的发展现状、能源消费和供给现状以及能效提升目标等进行了分析；其次结合启动区的发展规划、本地可再生能源及余热利用潜力，对未来的能源消费和供给进行了情景分析；在此基础上，为启动区各领域及主要环节的综合能效提升规划了实施路径；最后，结合启动区的具体规划，分别为能源供给、工业、建筑、交通等核心部门定制了具体能效措施和项目实施建议。启动区综合能效提升实施方案将作为整个金坛经开区实施综合能效提升规划的第一阶段，示范、引领和带动金坛经开区的绿色低碳发展，并为下一步系统总结中德能效合作相关经验及进行复制推广打下坚实基础。



1 启动区概览

1.1 启动区简介¹¹²



图 1-1 中德小镇和云湖科创谷现有企业及主要基础设施概览

中德小镇（图中 1-1 中的区域 1）位于金坛经开区的东部。目前，除了西北角的部分区域外，绝大部分是农田，待开发的土地面积约为 166 公顷。按照目前的规划方案¹¹³，北部功能区面积约为 106 公顷，以居住区和高端配套设施为主，将分期建设几个重点项目，包括德国商业街、国际医院、中德文化中心、人才公寓、星际酒店、社区行政中心和国际学校等。南部功能区面积约为 60 公顷，以工业研发和厂房为主。在中德小镇区域内，已建成一个污水泵站和一个液化天然气（LNG）加气站，同时规划建设一个数据中心。此外，区域供热管网贯穿该地区，可作为潜在的热源。

云湖科创谷（图 1-1 中的区域 2 和 3）作为德国企业的聚集地，规划面积约为 314 公顷。目前，约有 10 余家工业企业位于云湖科创谷北部（图 1-1 中的区域 2），如埃马克、卡迈锡、迈恩德、皮尔磁、永臻科技以及中德（常州）中心等。南部区域（图 1-1 中区域 3），已入驻公司较少，包括费斯托、莱克勒、新光凯乐等，未来将有更多公司将入驻区域 3。根据云湖科创谷的规划方案¹¹⁴，区域 3 将以工业研发、生产为主，辅以商业配套，产业主要为汽车制造业及汽车零部件和配件制造。

112 启动区核心区域由中德小镇和云湖科创谷组成，周边能源与能效项目布局也算作启动区实施方案的一部分。

113 资料来源：金坛经济开发区河头片区城市设计

114 资料来源：金坛经济开发区中德云湖科创谷城市设计方案

为了更好地规划及实施方案,启动区被分为两部分:已基本完成开发的区域2和仍待开发的区域1和区域3。对于区域2,主要对已入驻企业现有的能源消费、供给和能效情况进行了分析。对于区域1和区域3,分析的基础数据主要来源于未来发展规划,如规划的建筑面积、建筑类型、将入驻企业类型等。如图1-2所示,区域1和区域3的总的规划建筑面积约为二百四十万平方米,以工业建筑为主,占比58%。居住建筑占比28%,明显高于金坛经开区的平均值(8%)。

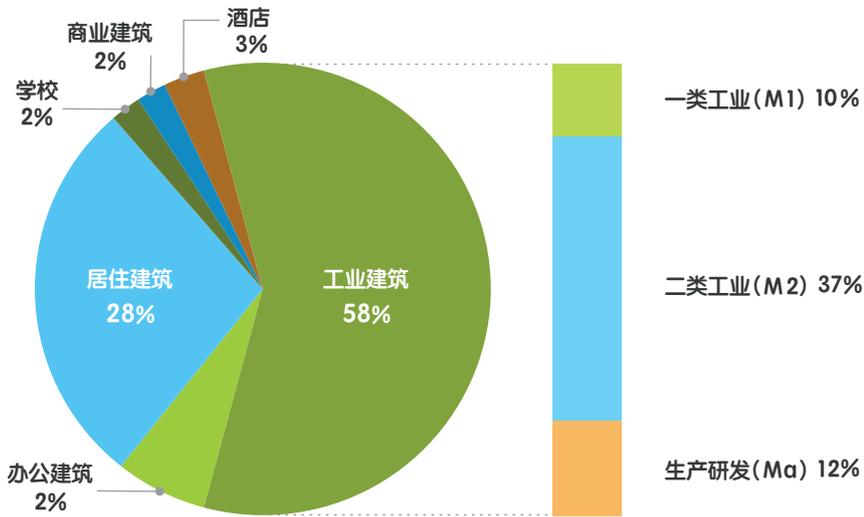


图 1-2 未来区域 1 和区域 3 不同建筑类型面积占比¹¹⁵

115 一类工业用地(M1):对居住和公共环境基本无干扰、污染和安全隐患,包括以产业研发、中试为主兼具小规模生产的工业用地,如电子工业、缝纫工业、工艺品制造工业等用地。二类工业用地(M2):对居住和公共环境有一定干扰、污染和安全隐患的工业用地,如食品工业、医药制造工业、纺织工业等用地。工业生产研发用地(Ma):用于研究开发、设计、试验检测、科技企业孵化和无污染生产等新型工业功能的用地,以及相关配套设施。

1.2 启动区能源能效目标

作为金坛经开区综合能效提升规划的第一阶段示范，启动区旨在对标德国和欧洲的能效标准，通过引进德国和国际先进的能效措施及绿色低碳技术，实施能效提升示范项目，落实金坛经开区的能效提升目标，引领金坛经济开发区的低碳发展。启动区的目标设定参照了第一部分整体规划中能效情景下所设定的能源和能效目标。

表 1-1 启动区能源能效目标

| 部门 | 指标 | 2025 | 2030 | 2035 |
|------|-------------------------|---------------------|------|---------|
| 能源供给 | 非化石能源消费比重 | 10% | 15% | 20% |
| | 新建建筑屋顶光伏覆盖率 | 50% | 60% | 80-100% |
| 工业 | 与2020年相比，单位GDP能耗下降率 | 15% | 30% | 45% |
| | 工业余能回收利用 ¹¹⁶ | 50% ¹¹⁷ | 60% | 70% |
| 建筑 | 绿色建筑 | 所有新建建筑应满足国家二星绿色建筑标准 | | |
| | 被动房占比（新建公共建筑） | 20% | 80% | 80% |
| | 产能房占比（新建公共建筑） | 5% | 20% | 20% |
| | 绿色施工比例 ¹¹⁸ | 100% ¹¹⁹ | 100% | 100% |
| | 建筑部门的可再生能源利用率 | 8% | 15% | 30% |
| 交通 | 绿色出行所占比例 ¹²⁰ | 50% | 80% | 80% |
| | 新能源汽车占汽车保有量比例 | 10% | 20% | 30% |
| | 城市新增和更新的公共交通新能源汽车比例 | 80% ¹²¹ | 100% | 100% |
| | 电动汽车充电桩 | 100 | 200 | 500 |

116 定义：回收利用的工业废气等余热余能占全部可利用工业余能的比例。

117 目标的设定参照《青岛中德生态园2030年可持续发展指标体系》。

118 定义：绿色施工指的是在保证工程质量、施工安全等基本要求的前提下，以人为本，因地制宜，通过科学管理和技术进步，最大限度地节约资源，减少对环境负面影响的施工及生产活动。计算公式：在设定的统计周期内示范园区内在建及完工的建筑项目符合绿色施工标准的项目数量/统计周期内示范园区在建及完工的建筑项目总数*100%。资料来源：绿色建造技术导则（建办质〔2021〕9号）。

119 目标的设定参照《青岛中德生态园2030年可持续发展指标体系》。

120 定义：指居民使用城市轨道交通、公共汽电车、自行车和步行等绿色出行方式的出行量占全部出行量的比例。根据绿色出行的定义，电动车不属于绿色出行的范畴。资料来源：《绿色出行创建行动方案》。请访问以下网址：http://www.gov.cn/zhengce/zhengce-ku/2020-07/26/content_5530095.htm

121 资料来源：《绿色出行创建行动方案》。请访问以下网址：http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2020-07/26/content_5530095.htm

1.3 能源供给

区域2以工业企业为主，其能源消耗以电力为主，电力供应来自于电网以及分布式屋顶光伏系统，如永臻科技的10兆瓦屋顶光伏电站。此外，中德（常州）中心正在规划建设另一个1.5兆瓦的屋顶光伏项目。部分企业有工艺用热需求，其中永臻科技与金坛经开区的集中供热网络联接，工艺用热来源于大唐热电，其他个别企业依靠天然气提供工艺用热。交通部门的能源供给主要是基于液体化石燃料，如汽油和柴油。由于启动区汽车保有量较少，对液体化石燃料的需求也较小。区域1号和区域3的大部分区域仍处于规划建设阶段。因此，目前启动区的能源供给总量较小，且以化石能源为主。未来启动区将大力发展可再生能源，建设以可再生能源和清洁能源为主的能源供给体系。

1.4 能源消费

目前，启动区的能源消费主要来自区域2已入驻的工业企业，总能耗约为18,500吨标煤，以电力和天然气为主，如表1-2所示。现有企业主要生产汽车零部件、光伏配件、电子器件等产品。

表 1-2 2021年区域2现有工业企业的能源消费情况¹²²

| 重点工业企业 | 2021年的电力消费 (吨标煤) | 2021年的天然气消费 (吨标煤) | 2021年的能源消费 (吨标煤) |
|-------------------------|---------------------|----------------------|---------------------|
| 埃马克（中国）机械有限公司 | 800 | 360 | 1,160 |
| 永臻科技（常州）有限公司 | 7600 | 4200 | 11,800 |
| 江苏顺丰铝业有限公司 | 2100 | 1600 | 3,700 |
| 常州卡斯特铝精密铸造科技有限公司 | 900 | 0 | 900 |
| 皮尔磁电子(常州)有限公司 | 90 | 10 | 100 |
| 迈恩德（中国）电子有限公司 | 255 | 0 | 255 |
| 德安环保设备（常州）有限公司 | 5 | 0 | 5 |
| 江苏科美声学科技有限公司 | 150 | 0 | 150 |
| 中德（常州）中心 ¹²³ | 460 | 0 | 460 |
| 现有工业企业的能源消费总量 | 12,360 | 6,170 | 18,500 |

此外，区域3也有少量公司入驻，如费斯托、莱克勒和新光凯乐等。由于区域3按照待开发区域进行能耗计算，为了避免重复计算这些公司的能源消耗，这里暂时不做考虑。根据现有数据，启动区内目前居民数量不多，汽车保有量较少，建筑和交通相关的能源消耗总量较小，目前无法进行准确量化计算。

122 资料来源：金坛经开区

123 资料来源：中德（常州）中心1.5MWp分布式光伏发电项目



2 可再生能源及余热利用潜力分析

目前启动区处于规划建设阶段，为充分开发本地可再生能源潜力提供了很好的机会。基于第一部分可再生能源潜力分析以及启动区的资源禀赋及其发展规划，本章对启动区的可再生能源及余热利用潜力进行了分析。

2.1 光伏

光伏的利用潜力取决本地的光照资源及光伏装机容量。启动区属于中国太阳能资源三类地区，具有大规模开发的有利条件。基于第一部分整体规划中潜力分析的假设，居住建筑15%的可用屋顶面积将用于太阳能热利用，85%用于屋顶光伏。其他类型的建筑对生活热水的需求相对较低，所以假设其所有可用的屋顶面积都将用于光伏发电。基于不同建筑类型的屋顶潜在安装面积，屋顶光伏的年发电潜力如表2-1所示。

表 2-1 启动区不同建筑类型屋顶光伏的潜力分析

| 启动区 | 办公建筑 | 医院 | 居住建筑 | 学校 | 商业建筑 | 酒店 | 一类工业用地 | 二类工业用地 | 生产研发用地 |
|-----------------------------|--------|-------|---------|--------|--------|-------|--------|---------|--------|
| 屋顶面积 (m ²) | 19,740 | 1,500 | 106,570 | 20,760 | 13,260 | 9,810 | 69,660 | 570,540 | 47,440 |
| 可安装比例 | 70% | | | | | | | | |
| 可使用的屋顶总面积 (m ²) | 13,820 | 1,050 | 74,600 | 14,530 | 9,280 | 6,870 | 48,760 | 399,380 | 33,210 |
| 潜在装机容量 (兆瓦) | 2.0 | 0.2 | 10.7 | 2.1 | 1.3 | 1.0 | 7.0 | 57.1 | 4.7 |
| 发电潜力 (百万千瓦时每年) | 2.6 | 0.2 | 13.9 | 2.7 | 1.7 | 1.3 | 9.1 | 74.4 | 6.2 |

除建筑屋顶外，建筑物的其他部位，如外立面、幕墙和遮阳构件等也可用于安装光伏系统。考然而不同的建筑类型存在不同的限制条件，居住建筑、办公建筑、医院、学校、酒店等，优先考虑自然采光功能，因此外立面的窗户较多，可用于外立面光伏系统的面积相对较小且分散。因此，不建议在这些类型的建筑外立面安装光伏系统。与之相对应的是，大型商业和工业建筑，主要依靠内部照明，外立面多为玻璃幕墙或大面积墙体，适合集成光伏系统。表2-2展示了启动区商业和工业建筑外立面光伏安装和发电潜力。

表 2-2 启动区不同建筑类型外立面光伏的发电潜力分析

| 启动区 | 商业 | 一类工业用地 | 二类工业用地 | 生产研发用地 |
|------------------------------|--------|---------|---------|---------|
| 建筑面积 (m ²) | 50,600 | 227,000 | 875,000 | 296,000 |
| 外立面面积的比例 | 28% | | | |
| 外立面合适安装区域的比例 ¹²⁴ | 0.40 | 0.64 | 0.64 | 0.64 |
| 可使用的外立面总面积 (m ²) | 5,670 | 40,680 | 156,800 | 53,040 |
| 潜在装机容量 (兆瓦) | 0.8 | 5.8 | 22.4 | 7.6 |
| 发电潜力 (百万千瓦时每年) | 1.1 | 7.6 | 29.2 | 9.9 |

基于上述分析,启动区建筑屋顶和外立面光伏的潜在装机容量为122兆瓦,每年发电量约为160吉瓦时(折合约20,000吨标煤)。根据各个地块的建筑类型及其可用的屋顶和外墙面积,各个地块的光伏年发电潜力见图2-1。颜色越深代表潜力越高,一般来说,工业建筑所在地块的潜力较大。因此,在地块开发过程中,工业用地的开发要配套考虑屋顶光伏的建设。

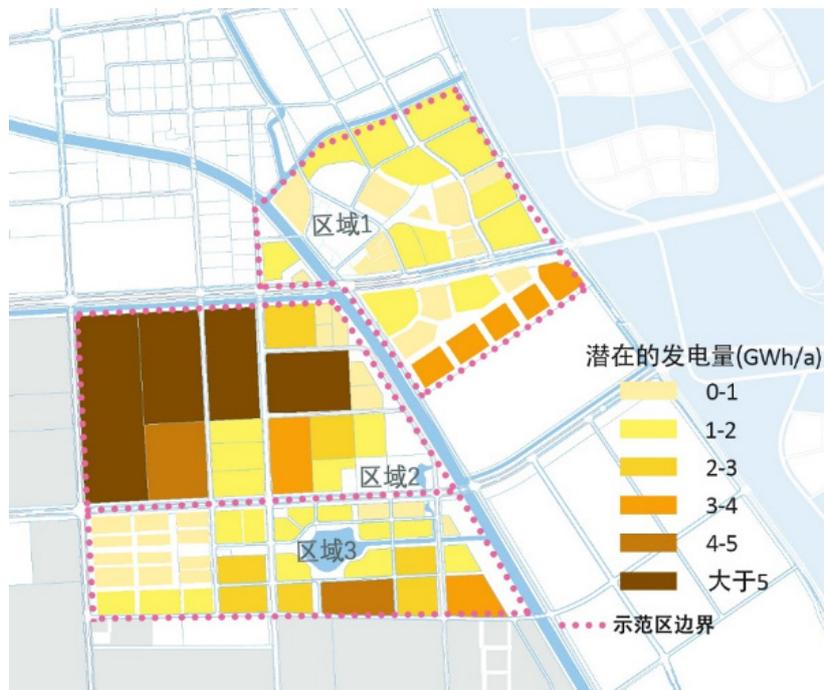


图 2-1 启动区各地块光伏年发电潜力 (百万千瓦时/年)

124 请访问以下网址：<https://pu.cgmia.org.cn/News/Detail/12581>

2.2 太阳能热利用

参考第一部分整体规划,假设启动区居住建筑15%的可用屋顶面积(13,160 m²)将用于太阳能热利用。根据金坛经开区的水平面总辐射(1.306 kWh/m²a)和太阳能热利用约50%的系统转换效率¹²⁵,以及屋顶可用面积,可以推算出启动区的太阳能直接热利用潜力约为8.6百万千瓦时/年(折合约1,000吨标煤)。

2.3 环境能

来自地表(浅层和深层地热能)和水体(污水、湖泊、河流等)的环境能通过热泵系统可以高效的用于区域供热(冷)。启动区内建有一个污水泵站,污水处理量约为5000m³/d。污水的温度通常在10-20°C之间¹²⁶,即使是在寒冷的季节,污水余热对热泵来说仍是一个可观的热源。此外,江苏省拥有丰富的浅层地热能资源。因此,在启动区可以通过热泵系统(COP为4-6),高效地利用污水余热和浅层地热能,在夏季进行区域制冷,在冬季进行区域供热。与传统的供热和制冷系统相比,热泵系统能效更高,运行成本更低。

基于启动区各种筑类型的总建筑面积及其单位建筑面积的供热(冷)能耗¹²⁷,估算出启动区建筑供热(冷)的总能源消费约为49百万千瓦时/年(折合约6000吨标煤)。因此,如果启动区的居住和公共建筑采用污水源和地源热泵(平均COP为5)进行集中供热(冷),则启动区每年用于供热(冷)的能源消费可降至约10百万千瓦时/年(折合约1,200吨标煤)。

2.4 工业余热

研究表明,在欧洲高达20-50%的工业能源消费最终以废热形式排放到自然环境中,其中18-30%的废热可以得到利用¹²⁸。在中国,工业废热利用的潜力更大,工业废热约占工业总能耗的17-67%,其中60%可以得到回收利用¹²⁹。一方面,余热可以在企业内部进行利用,诸如通过余热回收重新融入生产过程,或用于企业内部建筑物供热,或转化为其他有用的能源形式,如低温发电或通过吸收式制冷机组进行热制冷。另一方面,基于行业耦合和能源阶梯利用原则,充分利用工业余热为周边企业及建筑提供热(冷)¹³⁰。作为一个典型工业园区,假定启动区工业企业30%的能源消费以废热形式排放,其中30%可以被利用。后续情景分析中,启动区工业部门的能源消费约为28,000吨标煤(能效情景)至36,000吨标煤(基准情景),基于此,其余热利用潜力约为2,500吨标煤至3,200吨标煤。

125 假设太阳能热水系统的效率为50%。请访问以下网址: <https://www.heizsparer.de/solar/solarthermie/solarthermie-leistung>

126 请访问以下网址: <https://www.araner.com/blog/waste-water-into-a-source-heat-pump>

127 办公建筑、医院、居住建筑、学校、商业建筑、酒店等单位建筑面积的采暖和制冷能源需求分别为53kWh/m²a、142kWh/m²a、16,9kWh/m²a、28kWh/m²a、106kWh/m²a、78kWh/m²a。资料来源:《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015-2021

128 请访问以下网址: <https://www.waste-heat.eu/#:~:text=The%20exact%20amount%20industrial%20waste%20heat%20is,%20of%20this%20waste%20heat%20could%20utilized.>

129 请访问以下网址: <https://www.hbzhan.com/news/detail/136047.html>

130 请访问以下网址: <https://www.waste-heat.eu/about-waste-heat/waste-heat-utilization>



3 启动区能源发展情景分析

为了对启动区未来的能源发展进行分析,判断不同框架条件对未来能源需求和温室气体排放发展的影响,首先对启动区能源能效规划现状进行了分析,即启动区在现有的能效水平下基于现有企业及现有规划所需的能源消费量,之后通过情景分析,并参照第一部分整体规划所设定的能效目标,对启动区未来的能源发展进行展望。

3.1 启动区能源能效规划现状

工业部门

工业部门的能源消费主要来自于现有的工业企业(集中在区域2)和未来新入驻的工业企业(集中在区域3)。如表1-2所示,2021年区域2现有工业企业的能源消费总量约为18,500吨标煤。

区域3总的规划建筑面积约为1,400,000平方米,主要包含三种工业用地类型,其中生产研发(Ma)为296,000平方米,一类工业(M1)为227,000平方米,二类工业(M2)为875,000平方米。由于Ma型建筑的主要功能为研发以及办公,对该类型建筑的能耗计算参照办公建筑的能耗指标,即建筑综合能耗为76kWh/m²a¹³¹。M1和M2类型建筑主要用于工业生产,基于中国同类型工业园区能耗强度指标(单位面积的能源消耗强度)¹³²,假设启动区M1和M2建筑类型2021年的能耗强度分别为40瓦/平方米和80瓦/平方米。如果工业结构不发生重大变化,所有规划的区域都投入使用,基于各种用地类型的规划面积及其能耗强度,区域3新入驻企业的总能源需求约为270百万千瓦时/年(约33,000吨标煤)¹³³。

因此,在现有的能效水平下,预计启动区现有和规划中的工业企业的能源消费总量约为51,500吨标煤。

建筑部门

中德小镇和云湖科创谷的规划方案中包含了若干居住建筑以及办公、商业、酒店、学校等在内的公共建筑¹³⁴,总建筑面积约为100万平方米。常州市对不同建筑类型单位面积建筑能源消费设定了参考值,基于该值以及对应类别的建筑面积,预计新规划建筑的年均总能耗约为13,070吨标煤,见表3-1。为了进一步分析建筑的节能潜力,引入了另外两个建筑能效等级,德国被动房标准和产能房标准。相比于江苏省建筑节能地方标准,被动房标准和产能房标准的进一步节能潜力分别为40%和60%。

131 建筑综合能源消费,包括空调、通风、照明、热水、办公设备等。资料来源:常州市住房和城乡建设局(2018)

132 资料来源:《金坛经济开发区电网专项规划》

133 假设企业的运营时间为每年52周,每周5天,每天12小时。Ma型建筑的能源需求为76kWh/m²a*296,000m²,M1型为40W/m²*52*5*12*227,000m²/1000,M2型为80W/m²*52*5*12*875,000m²/1000。所有新入驻工业企业的总能源需求约为270百万千瓦时/年。

134 工业建筑不包括在内

表 3-1 三个能效等级下, 各类建筑单位面积和总的能源消费量

| 建筑类型 | 建筑面积 (m ²) | 建筑单位面积综合能源消费 (kWh/m ² a) ¹³⁵ | | | 能源消费总量 (百万千瓦时/年) | | |
|--------------|------------------------|--|-------|-------|------------------|-------|-------|
| | | 江苏标准 | 被动房标准 | 产能房标准 | 江苏标准 | 被动房标准 | 产能房标准 |
| 办公建筑 | 156,200 | 76 | 46 | 30 | 11.9 | 7.1 | 4.7 |
| 居住建筑 | 670,100 | 101 ¹³⁶ | 61 | 40 | 67.7 | 40.6 | 27.1 |
| 商业建筑 | 50,600 | 221 | 133 | 88 | 11.2 | 6.7 | 4.5 |
| 酒店 | 70,000 | 177 | 106 | 71 | 12.4 | 7.4 | 5.0 |
| 学校 | 52,000 | 28 | 17 | 11 | 1.5 | 0.9 | 0.6 |
| 医院 | 7,500 | 240 | 144 | 96 | 1.8 | 1.1 | 0.7 |
| 共计 | 1,006,400 | | | | 106.4 | 63.8 | 52.6 |
| 能源消费总量 (吨标煤) | | | | | 13,070 | 7,840 | 5,230 |

图3-1则展示了不同能效等级下各类建筑总的能源消费量及其节能潜力概览。

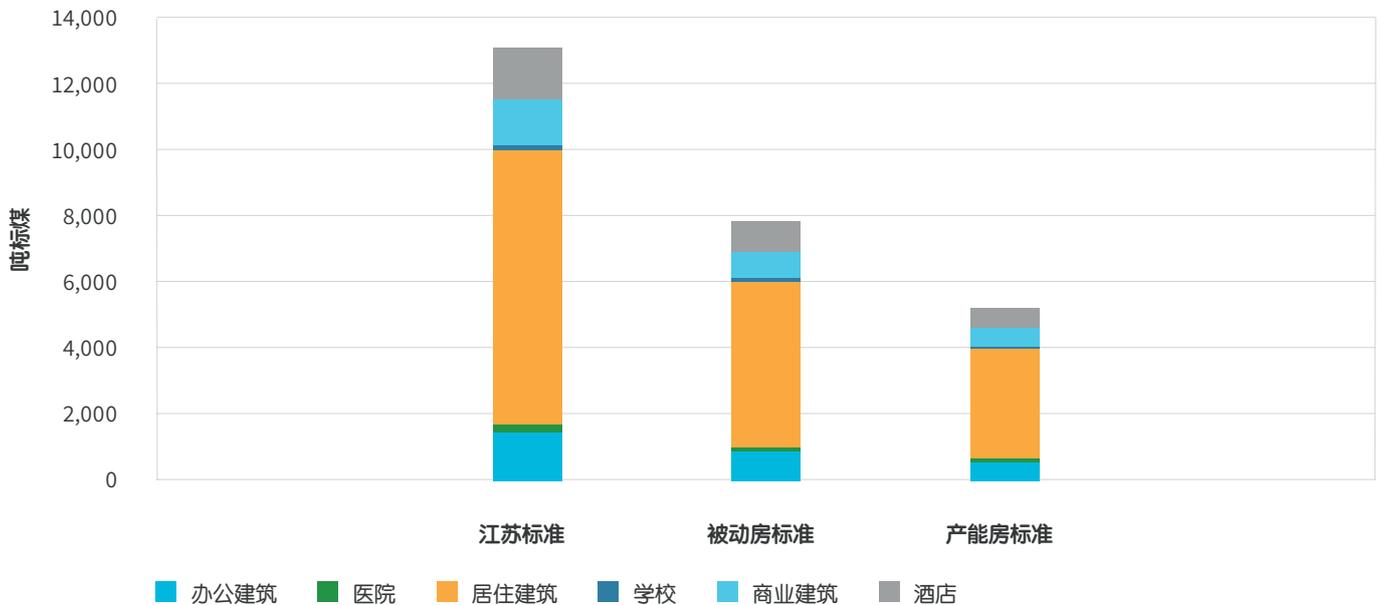


图 3-1 启动区建筑不同能效等级对应的建筑总能源消费量

135 建筑综合能源消费包括空调、通风、照明、热水、办公设备等。资料来源：常州市住房和城乡建设局。资料来源：常州市住房和城乡建设局（2018）。

136 基于金坛试点公寓楼的能量平衡计算。资料来源：德国能源署。

交通部门

根据第一部分整体规划中的情景分析预测,到2035年,金坛经开区的汽车保有量约为43,700辆。基于启动区2035年人口规模与金坛经开区总人口(100,000)的比例,可以粗略估算出启动区的汽车保有量。考虑到江苏省的人均居住建筑面积(48.3平方米)¹³⁷,以及启动区的总规划居住建筑面积(670,100平方米),可以推算出启动区的居民数量约为13,870人,进而得出启动区的汽车保有量约为6,000辆。参考金坛经开区2021年的汽车保有量(26,800辆)和交通部门2021年的能源消费总量(112,000吨标煤),可以推算出启动区交通部门的能源消费规划总量约为25,000吨标煤。

各个部门能源消费规划现状值

如图3-2所示,启动区各个部门总的能源消费规划现状值约为9万吨标煤,工业占比最高,约为58%,建筑领域的能源消费占比为14%,相比金坛经开区层面有了较大提高。

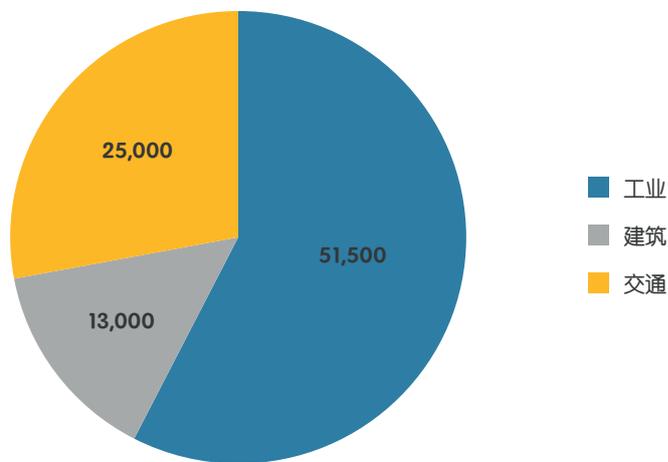


图 3-2 启动区能源消费规划现状值 (吨标煤)

137 请访问以下网址:www.jiangsu.gov.cn/art/2021/8/26/art_46144_9988528.html

3.2 基准情景和能效情景

为了估算启动区各个部门的节能潜力，探索低碳发展路径。本章节引入了基准情景和能效情景，对启动区未来发展进行分析。各个部门具体的能效目标参考了第一部分整体规划，而实现这些目标的能效措施将在后续章节中进行介绍。

工业部门

启动区工业部门的能源消费规划现状预计为 51,500 吨标煤，基于第一部分整体规划中分别为基准情景和能效情景所设定的能效提升目标，到 2035 年，预计启动区工业部门的能源消费总量在 28,000 吨标煤/年（能效情景）到 36,000 吨标煤/年（基准情景）之间，如表 3-2 所示。此外，根据金坛经开区层面的工业能源消费结构，对启动区工业部门不同能源类型的消费进行了估算。

表 3-2 基准情景和能效情景下，启动区工业部门的终端能源消费

| | 基准情景 | 能效情景 |
|-----------------------|--------|--------|
| 能源消费规划现状值（吨标煤） | 51,500 | 51,500 |
| 与2021年相比，2035年能耗强度下降率 | 30% | 45% |
| 2035年的能源消费总量（吨标煤） | 36,000 | 28,000 |
| • 电力（吨标煤） | 9,100 | 8,500 |
| • 天然气（吨标煤） | 3,500 | 2,500 |
| • 工艺用热（吨标煤） | 20,000 | 13,300 |
| • 石油（吨标煤） | 400 | 300 |
| • 可再生能源（吨标煤） | 3,000 | 3,400 |

建筑部门

参照第一部分整体规划对建筑行业的情景分析，金坛经开区的建筑能效等级在中短期内以江苏本地标准为主，配套建设一些被动房和产能房示范项目。长期来看，被动房和产能房所占比例将持续上升。为了评估建筑领域的节能潜力，为建筑部门的未来发展设定了两种路径，即基准情景和能效情景，每种情景下不同能效等级的建筑所占的比例不同，如表 3-3 所示。基准情景以江苏地方标准为主导地位，考虑到启动区的示范效应，在能效情景中为被动房和产能型房设定了较高的发展目标。

表 3-3 基准情景和能效情景下, 启动区建筑部门的终端能源消费

| 建筑能效等级 | 基准情景 | | | 能效情景 | | |
|---------------|--------|-------|-------|--------|-------|-------|
| | 江苏标准 | 被动房标准 | 产能房标准 | 江苏标准 | 被动房标准 | 产能房标准 |
| 不同能效等级的建筑所占比例 | 85% | 10% | 5% | 50% | 40% | 10% |
| 能源消费总量 (吨标煤) | 12,000 | | | 10,000 | | |

交通部门

启动区建成后, 汽车保有量预计为6,000辆左右。基于第一部分整体规划情景分析中金坛经开区在2035年的汽车保有量以及交通部门分别在基准情景和能效情景下的能源需求总量, 可以推算出启动区交通部门的能源需求在18,000吨标煤(能效情景)到22,000吨标煤(基准情景)之间。

可再生能源供给

启除了能效提升之外, 启动区应优先发展本地的可再生能源, 建立低碳的能源供给体系。基于可再生能源及余热利用潜力分析, 光伏将是启动区可再生能源的主要来源, 太阳能热利用、环境能、工业余热等将作为次要来源。启动区基准情景和能效情景下不同可再生能源的开发潜力均基于第一部分整体规划的目标设定。基准情景下, 光伏到2035年将实现其80%的开发潜力, 能效情景下, 将实现100%的开发潜力。对于其他可再生能源, 基准情景下, 假设每年可实现其2.5%的开发潜力, 而在能效情景下, 该值将扩大一倍, 每年达到5%。

表 3-4 启动区的可再生能源开发潜力

| | | 基准情景 | 能效情景 |
|------------|------------------|--------|--------|
| 光伏 | 到2035年实现的开发潜力 | 80% | 100% |
| | 光伏发电潜力 (吨标煤/年) | 16,000 | 20,000 |
| 太阳能热利用 | 到2035年实现的开发潜力 | 37.5% | 75% |
| | 太阳能热利用潜力 (吨标煤/年) | 400 | 750 |
| 环境能 | 到2035年实现的开发潜力 | 37.5% | 75% |
| | 环境能利用潜力 (吨标煤/年) | 1,800 | 3,600 |
| 工业余热 | 到2035年实现的开发潜力 | 37.5% | 75% |
| | 工业余热利用潜力 (吨标煤/年) | 1,200 | 1,900 |
| 总计 (吨标煤/年) | | 19,400 | 26,250 |

3.3 不同情景下能源供给和消费对比分析

基于上述分析,启动区各个部门总的能源消费规划现状值约为9万吨标煤,在此基础上,引入了基准情景和能效情景,并参照第一部分整体规划为各个部门设定了能效提升目标,由此得出基准情景下启动区的能源需求总量约70,000吨标煤,而能效情景下约为56,000吨标煤,如图3-3所示。与规划现状值相比,基准情景和能效情景的能源消费总量分别减少了22%和37%。其中工业部门的能源消费仍占主导地位,但与整个金坛经开区的水平相比,未来建筑部门和交通部门的能源消费份额明显增加。

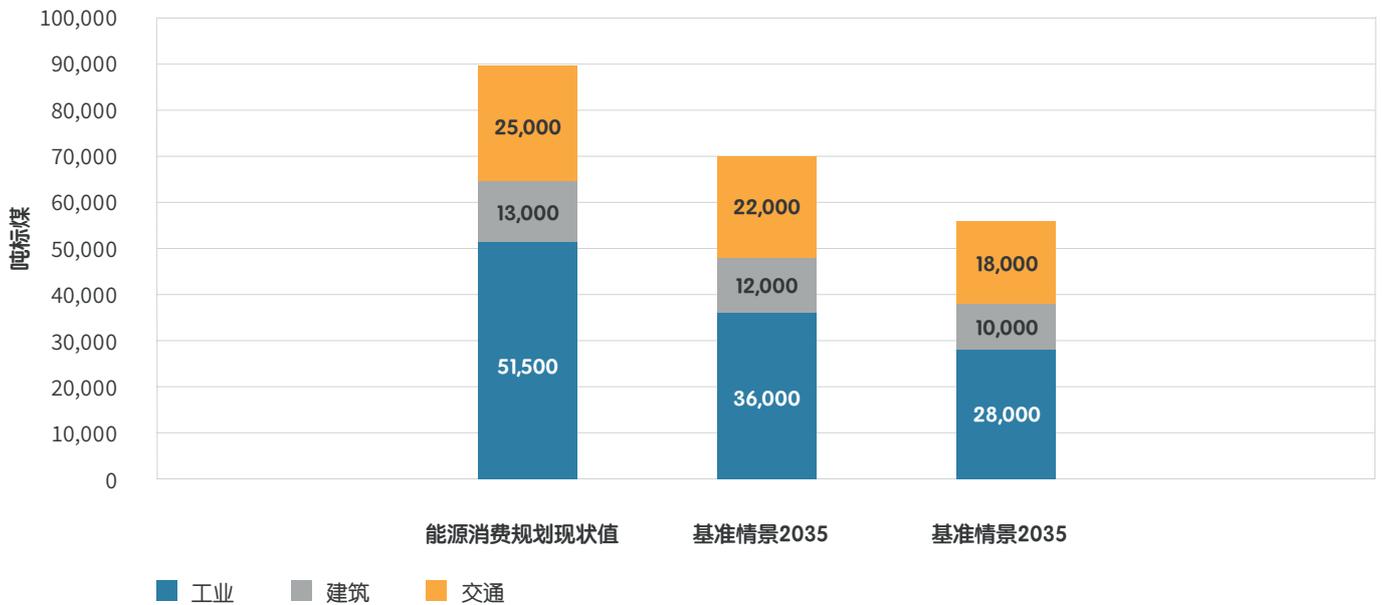


图 3-3 基准情景和能效情景下2035年启动区的终端能源消费总量

与基准情景相比,能效情景下启动区的终端能源消费总量额外减少20%,尤其是工业部门,得益于较高的能效目标,能源消费减少了22%。建筑领域,目前过高的被动房比例在经济上不可行,然而,现有的目标仍可使能源消费减少16%。交通部门,能效情景下能源消费减少约18%,主要是由于电动汽车数量的迅速增加和电网碳排放因子降低。

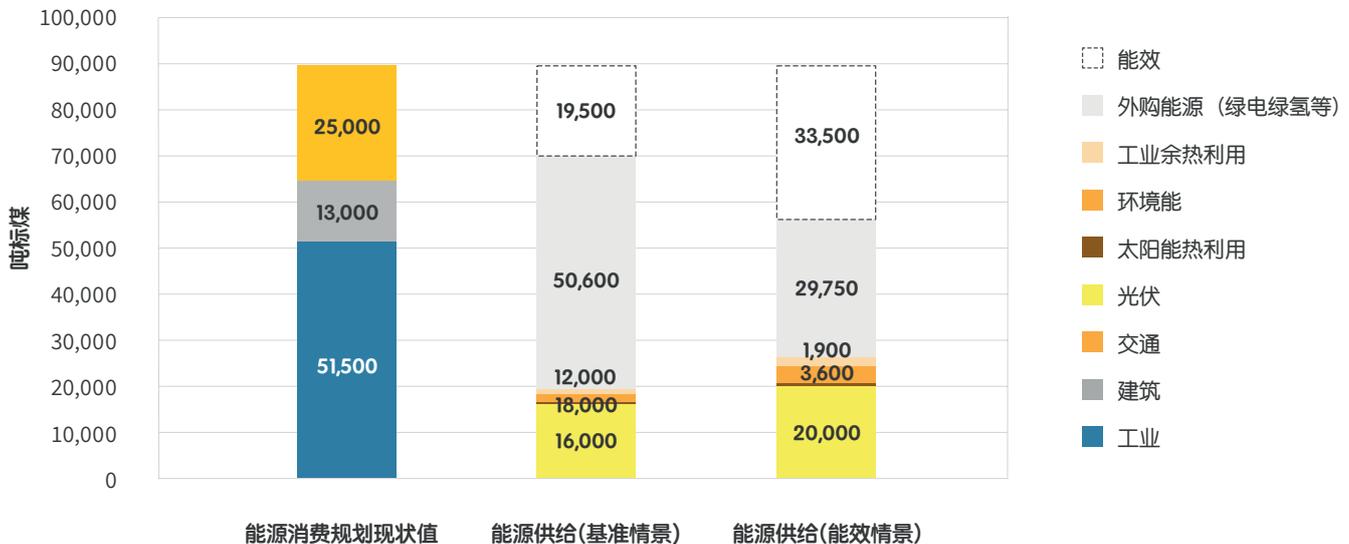


图 3-4 不同情景下,启动区2035年能源消费和能源供给(能效:实施能效措施带来的节能潜力)

正如第一部分整体规划中政策建议提到的，能效是第一能源，提升能效降低了总的能源消费，进而增加了可再生能源的比例。如图3-4所示，在能效情景下，由于设定了更高的能效目标，引入了更多能效措施，预计终端能源消费总量将降低37%（33,500吨标煤）。在此基础上，可再生能源在启动区能源供给中的比例接近50%，而在基准情景下，该值约为28%。剩余的能源需求需要由外部能源来满足，也可以通过绿电交易和进口绿氢进一步提高可再生能源的份额，打造一个接近零碳排放的能源供给系统。

3.4 挑战与机遇

启动区旨在成为中德城镇节能示范项目的标杆，引领金坛经开区的低碳转型。为实现该目标，仍面临多方挑战。首先，启动区现有的能源供给主要依赖于周边的能源基础设施，电力来自电网，工艺用热来自大唐热电，且以化石能源消费为主。其次，启动区可再生能源的利用潜力无法满足总的能源需求。再次，与整个金坛经开区的水平相比，启动区工业部门的能源消费比重有所下降，但仍占主导地位，且大多数工业企业的能耗强度优于国家规定的限额先进值，大幅提升的潜力较小。最后，在能源供给、工业、建筑和交通等部门，实施能效措施和建设示范项目等方面缺乏足够的财政和技术支持。

由于启动区目前处于规划建设阶段，可以以综合能效提升为出发点，综合考虑能源供给、传输、消费等环节，为启动区制定系统和全面的顶层规划。其次，规划阶段为低碳可持续能源系统的打造也提供了绝佳的机会，启动区可以优先开发和利用本地可再生能源，落实屋顶光伏“能安尽安”的原则。对于新入驻的企业，可以参考国内和国际先进标准，设定更高的能效指标要求，并引入创新的能效措施，从源头上降低启动区的能源需求。建筑领域同样有机会引入更高的能效标准，并选取地标建筑，建设被动房、产能房等示范项目。此外，还可以在启动区采取一些针对性的激励措施，建设一批示范项目，推动能效措施落地实施。



4.1 能源供给

目前,启动区能源结构以清洁能源和可再生能源为主,没有高碳能源,未来以提高可再生能源比例作为能源供给侧优化的主要手段。通过对启动区光伏、太阳能热利用、环境能、工业余热等可再生能源和清洁能源的潜力分析,年利用潜力约为25,000吨标煤,约占启动区能效情景下能源消费总量的45%,利用潜力较大。

优先利用本地可再生能源

在可再生能源发电方面,要依托金坛区光伏产业优势,结合屋顶光伏整县推进计划,充分挖掘启动区光伏发电潜力,加快推进分布式光伏建设,做到“能安尽安”。另外,通过优化城市固体废弃物的管理、收集、分类,不仅可以利用有机部分用以生产沼气,还可以提高分类后的废弃物焚烧发电的效率。在可再生能源供热(冷)方面,因地制宜推动太阳能、地热能、污水余热等可再生能源建筑一体化应用,鼓励政府投资的新建公共建筑项目,因地制宜采用污水源、浅层地热能等非化石能源供热(冷)。

建设多能互补综合能源站试点项目

启动区内有部分企业,如蜂巢科技,其能源消费总量较高,需求多样化,其供热需求无法通过集中供热管网得到充分满足。通过综合能源站,借助储能和能源管理,可以高效地整合利用燃气及项目周边的光伏、地热能等可再生能源,以更环保、更低成本的方式满足企业的电力、供热(冷)、热水等不同类型的能源需求。

4.2 能源消费

目前,启动区能源消费规划现状值将近90000吨标煤,其中以工业企业的能源消费为主,建筑和交通部门的能源消费总量较小。基于现有规划和分析,未来启动区的能源消费仍将以工业企业为主,特别是汽车零部件制造和光伏产业。然而,随着新企业的入驻,配套项目的完工,越来越多的居民将落户启动区,配套的交通需求也将上升,对应的建筑和交通部门的能源消费占比将上升到40%以上。因此,在终端能源消费环节,一方面,要参考国内和国际先进标准,分别为工业企业、建筑、交通等核心部门设定更高的能效提升目标,并实施相应的能效措施,以期从源头上降低各个部门的能源消费。另一方面,也要探索跨部门能效耦合协同升级,统筹提升启动区综合能效。

提高工业部门的能效

推进重点用能设备节能增效。启动区工业领域的能耗仍占主导地位,重点关注锅炉、空调机组、空压机、泵、压缩机等重点用能设备。对标德国及国际先进标准,制定设备更新淘汰计划,全面提升设备能效水平。

有效推进技术工艺升级。支持大型企业全面推行绿色制造,加快推进节能提效工艺革新,如永臻科技电解铝氧化环节使用表面处理剂代替电解过程,埃马克空压机使用变频替代等,都将大幅度降低生产能耗。

加快推进终端用能电气化。在企业的加热、烘干、蒸汽供应等环节,推广电锅炉、电窑炉、电加热、高温热泵、大功率电热储能等替代化石能源工艺技术装备,扩大电气化终端用能设备使用比例。

提高节能数字化、智能化水平。推动企业深化能源管控系统建设,通过能量流、物质流等信息采集监控、智能分析和精细管理,实现能源管理的可视化及以能效为约束的多目标运行决策优化等。鼓励企业基于能源管控系统探索实施数字化碳管理,协同推进用能数据与碳排放数据的收集、分析和管理。

充分挖掘工业余热利用的潜力。按照现有规划，云湖科创谷未来的产业布局以工业企业为主。基于现场调研，永臻科技、卡斯特铝、顺丰铝业等企业内存在余热余压利用潜力。基于行业耦合和能源梯级利用原则，充分利用余热余压，一方面可以用于企业内建筑物供热、提供热水，或通过有机朗肯循环（ORC）技术用于发电，另一方面，可以探索跨部门、跨企业之间的综合利用方案，如探索利用永臻科技的工业余热为中德（常州）中心或周边企业和建筑供暖和提供热水。

提高建筑部门的能效

启动区现有建筑多依照江苏标准进行建设，对比国内及国际先进水平，仍有较大提升空间。作为示范，启动区在规划建设过程中，应对标国内国际先进标准，全面提升绿色低碳建筑水平。新建居住建筑和公共建筑全面执行绿色建筑二星级及以上标准，并参照德国可持续建筑和产能房标准。具体而言，推动紫东公寓等示范建筑项目建设，力争2025年前完成，到2030年，新建居住建筑和公共建筑全面执行高效建筑相关标准。

提高既有建筑能效水平。深入开展公共建筑能效提升改造工程，支持通过合同能源管理等模式实施公共建筑节能改造。加快推进德国中心“光储充热”集约化节能改造等项目建设，打造既有建筑节能改造典范。

提高交通部门的能效

目前启动区新能源汽车保有量较低，新能源汽车充电桩建设有待提升。基于分析，交通部门能源消费占启动区总能耗的25%以上，因此交通部门绿色低碳化发展刻不容缓。核心是要通过建设慢行交通系统，倡导居民绿色低碳出行等，在启动区打造可持续交通系统。

推广新能源汽车，建设充换电网络体系。推进新增和更新的公交、环卫、邮政、出租、通勤、轻型物流配送等车辆使用新能源或清洁能源汽车，大力推广新能源企业班车和新能源私人乘用车。加快构建便利高效、适度超前的充换电网络体系。加强充电桩、风光一体路灯杆、光储充一体化光伏车棚等基础设施的建设和技术推广。

统筹提升启动区综合能效

推进跨产业、跨领域耦合提效协同升级。基于能源阶梯利用原则，根据用能种类、特点、工艺路线等，推动启动区不同企业之间的能效协同优化，完成一到两个跨企业能效协同示范案例，提升启动区的综合能效水平。

建立能效网络小组，加强企业之间在去碳化和提高能效方面的协作。通过建立启动区内企业沟通和技术共享的信息平台，各个企业提出自身的能源需求、产生的废弃能源、需要进行节能减排措施等信息，使得在这个小组内的企业能公开透明的交流，消除信息屏障，使得企业之间能更高效地探索能效协同优化的潜力。

4.3 能源分配和存储

拓展完善启动区的集中供热系统。启动区内永臻科技、蜂巢能源等企业生产用热以集中供热为主，通过优化、整合集中供热企业资源，扩建并优化供热管网路由，并提高其运行效率，满足启动区内企业的用热需求。此外，在中德小镇，探索利用可再生能源和清洁能源进行区域集中供热和制冷。

在公共建筑中推广带电池储能的光伏系统。启动区内办公、商业、学校等公共建筑，有较高的制冷和供暖需求。通过安装带电池储能的光伏系统，可以更加灵活地使用可再生能源、提供全天候的绿色电力，此外与热泵相结合，用于更加绿色地供暖、制冷。

建设电热储能（ETES）试点项目。作为一个可扩展的、碳中和的储能和部门耦合系统，ETES可以大规模地储存、使用和分配电力、热能和冷能。通过吸收大量来自可再生能源的剩余电力或非高峰期的电力，并根据需求将其反馈到电网，ETES系统可以增加当地可再生能源的使用，帮助平衡电网，促进当地工业和城市街区的供暖、制冷和电力供应的去碳化。

4.4 建立能源管理平台

顶层规划，以点带面，逐步建立从企业到园区层面的智慧能源管理平台。通过采集和汇总企业用能数据，深入挖掘数据背后的节能潜力，提升园区整体能效。首先，在重点能源企业、高耗能企业、公共建筑等重点领域推广能源管理平台，实现企业内部能源数据的实时监测、分析、管理。通过对数据进行深度分析，找出能效较低的生产设备、提升生产过程中设备的使用效率、优化生产环节的流转等。其次，建立园区层面的智慧能源管理平台，逐步实现企业能源数据接入。从更高维度统筹能源利用，试着摸索出一条针对不同业态、不同生产类型的能源利用评价体系，并逐步形成企业能耗数据库，以此为基础制定中长期节能降碳目标规划。最后，基于大数据分析，可以将发现的问题在能效网络小组中进行交流和分享，促进跨产业、跨领域耦合及能效协调优化。

4.5 配套政策支持

为推动启动区能效措施的顺利实施，应统筹规划，从标准规范、财政、税收、融资、审批、培训等方面着手，提供针对性的政策支持。

建立健全标准和规范。对标国际和国内先进水平，提高入园企业所需满足的能效标准，引入企业能耗强度准入值和先进值评估体系；启动区新建居住建筑和公共建筑全面执行绿色建筑二星级及以上标准，并引入德国被动房、零碳建筑、产能房标准；落实可再生能源消费量不纳入能耗总量和强度控制政策，对化石能源和可再生能源实行差别化的节能审查政策，推动可再生能源发展。

提供能效诊断和评估服务。组织专家对企业和建筑开展节能诊断，帮助企业和建筑业识别能效提升的潜力和机会，定制能效提升方案。

出台能效补贴政策，拓展融资渠道。以建设启动区为契机，积极争取国家和省市层面有关配套资金和政策，优先用于启动区能效措施落地；通过能效补贴、贷款贴息、税收减免等方式鼓励企业实施节能措施，诸如设备和工艺升级、企业电气化和数字化改造等，降低其实施成本；引导金融机构加大对节能技术和设备的信贷和融资支持，为企业提供融资保障和金融支持；安排启动区建设专项资金，支持集中供热管网、新能源汽车充电桩等基础设施的建设及运营优化。

建立以能效为导向的激励约束机制。引入企业能效考核和评价机制，对于能效水平达到国际国内先进水平的企业，给予财政奖励、税收减免等优惠政策；对于能效水平较差的企业，按照相关规定及要求进行处罚和公示；鼓励企业积极开展能效提升和技术创新。

加强能效宣传和培训，提高公众和企业的节能意识和技能，促进能效改进的普及和推广。



5 启动区综合能效提升具体措施

为了实现启动区综合能效提升的既定目标，本章在实施路径的指导下，提出了全面具体的措施和项目建议，以优化能源系统，提高能源效率，扩大可再生和清洁能源的使用。措施分为以下两方面：一是引入“能效地块”的概念，根据地块的类型和功能，为每个地块设定能耗强度指标，作为每个地块进一步发展的基本要求，从源头上减少启动区的能源需求；二是为启动区的几个核心部门：能源供给、工业、建筑和交通，分别提出了针对性的措施和具体的项目建议，以提高各个部门的能源效率和扩大可再生能源的利用。

5.1 能效地块

为了对启动区每个地块的能效提升提供具体的指导和建议，本节引入了“能效地块”的概念。通过为每个地块设定能耗强度指标，来管理启动区各个地块工业企业和建筑的能源消耗。在企业入驻时，优先为能效较高的企业提供优质地块及其他政策支持，推动其入驻，进而实现高效企业的集聚，并通过能效标杆带动启动区整体能效的提升。建筑部门采用包括空调、通风、照明、热水、办公设备等在内的建筑综合能耗作为能耗强度指标（kWh/m²a），而工业企业则采用单位生产总值能耗作为能源强度指标（吨标煤/万元）。

中德小镇（区域1）

如图5-1所示，中德小镇（区域1）包含34个新规划地块，总建筑面积超过100万平方米，主要是居住建筑以及办公建筑、商业建筑和学习等生活配套。为了提高这些地块的整体能源效率，基于第二部分能效情景分析假设，区域1约50%的新建居住建筑和公共建筑应满足德国被动房标准或产能房标准，另外50%至少要符合江苏地方标准。根据每个地块所包含建筑的类型、功能、位置以及实施进度，为每个地块设定了其应满足的建筑能效等级和相应的能耗强度值，如表5-1所示，这将作为每个地块进一步发展的能源消费基准值。如果所有的地块都达到了设定的能效等级，与情景分析中的能源消费规划现状值相比，每年可以节能约3,000吨标煤。在项目实施过程中，根据具体情况，可以对各个地块的建筑能效等级和能耗强度值进行适当的调整。



图 5-1 中德小镇（区域1）的规划示意图¹³⁸

表 5-1 区域1各地块的目标建筑能效等级和能耗强度值

| 地块 | 建筑类型 | 建筑能效等级 | 能耗强度值 (kWh/m ² a) ¹³⁹ | 地块 | 建筑类型 | 建筑能效等级 | 能耗强度值 (kWh/m ² a) |
|------|--------|--------|--|------|------|--------|---------------------------------|
| A-01 | 高端公寓 | 被动房 | 60.6 | A-18 | 学校 | 江苏标准 | 28 |
| A-02 | 高端公寓 | 被动房 | 60.6 | A-19 | 国际学校 | 产能房 | 11.2 |
| A-03 | 高端公寓 | 江苏标准 | 101 | A-20 | 学校 | 江苏标准 | 28 |
| A-04 | 居住建筑 | 被动房 | 60.6 | A-21 | 文化中心 | 江苏标准 | 76 |
| A-05 | 居住建筑 | 江苏标准 | 101 | B-01 | 居住建筑 | 江苏标准 | 101 |
| A-06 | 居住建筑 | 江苏标准 | 101 | B-02 | 商业建筑 | 江苏标准 | 221 |
| A-07 | 居住建筑 | 被动房 | 101 | C-01 | 办公建筑 | 产能房 | 30.4 |
| A-08 | 居住建筑 | 江苏标准 | 101 | C-02 | 居住建筑 | 江苏标准 | 101 |
| A-09 | 居住建筑 | 江苏标准 | 101 | C-03 | 办公建筑 | 江苏标准 | 76 |
| A-10 | 居住建筑 | 江苏标准 | 101 | C-04 | 办公建筑 | 被动房 | 45.6 |
| A-11 | 居住建筑 | 江苏标准 | 101 | C-05 | 办公建筑 | 江苏标准 | 76 |
| A-12 | 商业建筑 | 被动房 | 132.6 | C-06 | 办公建筑 | 江苏标准 | 76 |
| A-13 | 酒店 | 江苏标准 | 177 | C-07 | 办公建筑 | 江苏标准 | 76 |
| A-14 | 办公建筑 | 江苏标准 | 76 | C-08 | 办公建筑 | 被动房 | 45.6 |
| A-15 | 医院 | 江苏标准 | 240 | C-09 | 办公建筑 | 江苏标准 | 76 |
| A-16 | 办公建筑 | 江苏标准 | 76 | C-10 | 办公建筑 | 江苏标准 | 76 |
| A-17 | 社区服务中心 | 产能房 | 30.4 | | | | |

139 能耗强度值参考第二部分的表3-1

云湖科创谷（区域2 + 区域3）

云湖科创谷区域2现有约10家企业（见表1-2），区域3包含35个新规划地块，如图5-2，其中大部分为工业地块，以及个别用于办公和商业的地块。参照表5-1中的建筑能效等级，表5-2为区域3办公建筑和商业建筑所在地块设定了能耗强度值。

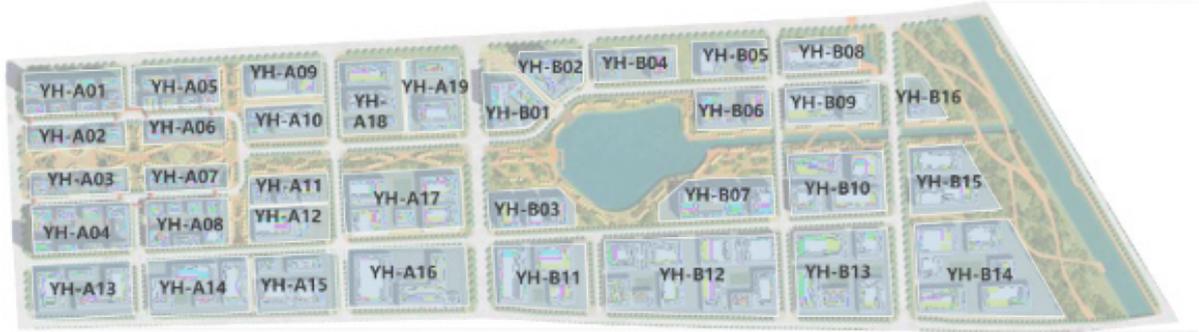


图 5-2 云湖科创谷区域3地块示意图¹⁴⁰

表 5-2 区域3办公建筑和商业建筑所在地块能耗强度值

| 地块 | 建筑类型 | 建筑能效等级 | 能耗强度值 (kWh/m ² a) | 地块 | 建筑类型 | 建筑能效等级 | 能耗强度值 (kWh/m ² a) |
|--------|------|--------|------------------------------|--------|------|--------|------------------------------|
| YH-A01 | 办公建筑 | 被动房 | 45.6 | YH-A06 | 办公建筑 | 被动房 | 45.6 |
| YH-A02 | 商业建筑 | 被动房 | 132.6 | YH-A07 | 办公建筑 | 被动房 | 45.6 |
| YH-A03 | 商业建筑 | 江苏标准 | 221 | YH-A08 | 办公建筑 | 江苏标准 | 76 |
| YH-A04 | 办公建筑 | 江苏标准 | 76 | YH-B01 | 办公建筑 | 被动房 | 45.6 |
| YH-A05 | 办公建筑 | 江苏标准 | 76 | YH-B02 | 办公建筑 | 被动房 | 45.6 |

区域3其他25个地块为工业用途，且该部分能源消费占启动区总体能耗的比例较高，因此提高工业企业的能效对降低启动区整体能源消费至关重要。对于启动区现有企业，建议进行节能升级改造，确保企业达到行业先进水平或国家能耗限额先进值，而新入驻企业应对标国内或国际先进标准，达到国际先进水平。启动区的主要产业是汽车零部件及配件制造，辅以金属加工机械制造、通用零部件制造、专用设备制造等。为方便进一步分析，对现有工业企业和新规划工业地块的能效水平设定了两个级别：准入值和先进值。准入值借鉴了由中国代表性城市和省份的产业能耗强度（单位GDP能耗），而先进值则在准入值的基础上，额外考虑了15%的能效提升，这也意味着，先进值满足了能效情景下到2025年的能效提升目标。此外，为了鼓励企业积极制定长期的能效提升规划，建议该能耗强度值定期进行更新。基于此，云湖科创谷的代表性产业的能耗强度如表5-3所示。

140 资料来源：金坛经济开发区中德云湖科技创新谷城市设计

表 5-3 云湖科创谷代表性产业分阶段能耗强度参考值

| 行业类别 | 上海能耗强度 (吨标煤/万元人民币) ¹⁴¹ | 无锡能耗强度 (吨标煤/万元人民币) ¹⁴² | 启动区能耗强度 (准入值) (吨标煤/万元人民币) | 启动区能耗强度 (先进值) (吨标煤/万元人民币) |
|------------|--------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| 汽车零部件及配件制造 | 0.035 | 0.0318 | 0.0318 | 0.027 |
| 金属加工机械制造 | 0.027 | 0.0432 | 0.027 | 0.023 |
| 通用零部件制造 | 0.071 | 0.0505 | 0.0505 | 0.043 |
| 专用设备制造 | 0.027 | - | 0.027 | 0.023 |
| 电子器件制造 | 0.148 | 0.0648 | 0.0648 | 0.055 |

根据云湖科创谷现有的规划,各工业地块的产业类型及其所处位置,为各地块设定了能耗强度值,如表5-4所示。该值可以作为参考值来指导入驻企业的能耗强度,进而确保企业能够实现启动区所设定能效提升目标。除了区域3西南角和东部的几个非核心地块外,绝大多数地块都应达到先进值,这样既提高了启动区的整体能效,也为高产值和高能耗企业入驻园区预留了一些的可能性。对于其中已经明确入驻企业的地块,其能耗强度值主要参考企业所属的行业类别,如果没有明确入驻企业,则假定为汽车零部件及配件制造。需要注意的是,表5-4中所列能耗强度值为十四五期间入驻企业所在地块所要实现的能效水平,如上所示,建议定期对该值进行更新。此外,可以根据启动区的最新规划及入驻企业的实际类型对相关地块的能耗强度参考值进行适当调整。

表 5-4 区域3工业地块产业类型及其能耗强度参考值

| 地块 | 类型 | 能效等级 | 能耗强度值 (吨标煤/万元人民币) | 地块 | 类型 | 能效等级 | 能耗强度值 (吨标煤/万元人民币) |
|--------|------------|------|----------------------|--------|------------|------|----------------------|
| YH-A09 | 专用设备制造 | 先进值 | 0.023 | YH-B05 | 汽车零部件及配件制造 | 先进值 | 0.027 |
| YH-A10 | 汽车零部件及配件制造 | 先进值 | 0.027 | YH-B06 | 汽车零部件及配件制造 | 先进值 | 0.027 |
| YH-A11 | 汽车零部件及配件制造 | 先进值 | 0.027 | YH-B07 | 汽车零部件及配件制造 | 先进值 | 0.027 |
| YH-A12 | 通用零部件制造 | 先进值 | 0.043 | YH-B08 | 汽车零部件及配件制造 | 先进值 | 0.027 |
| YH-A13 | 汽车零部件及配件制造 | 准入值 | 0.0318 | YH-B09 | 汽车零部件及配件制造 | 先进值 | 0.027 |

141 资料来源:上海市产业能效指南(2021版)。

142 资料来源:无锡市产业能效指南(2016版)。需要注意的是,产业能效指南的统计周期较长,2016年的数据对当下能耗强度的设定仍具有较大参考价值。

| 地块 | 类型 | 能效等级 | 能耗强度值 (吨标煤/万元人民币) | 地块 | 类型 | 能效等级 | 能耗强度值 (吨标煤/万元人民币) |
|--------|------------|------|----------------------|--------|------------|------|----------------------|
| YH-A14 | 汽车零部件及配件制造 | 准入值 | 0.0318 | YH-B10 | 汽车零部件及配件制造 | 先进值 | 0.027 |
| YH-A15 | 汽车零部件及配件制造 | 准入值 | 0.0318 | YH-B11 | 汽车零部件及配件制造 | 先进值 | 0.027 |
| YH-A16 | 汽车零部件及配件制造 | 先进值 | 0.027 | YH-B12 | 汽车零部件及配件制造 | 先进值 | 0.027 |
| YH-A17 | 汽车零部件及配件制造 | 先进值 | 0.027 | YH-B13 | 汽车零部件及配件制造 | 先进值 | 0.027 |
| YH-A18 | 专用设备制造 | 先进值 | 0.023 | YH-B14 | 汽车零部件及配件制造 | 准入值 | 0.0318 |
| YH-A19 | 通用零部件制造 | 先进值 | 0.043 | YH-B15 | 汽车零部件及配件制造 | 准入值 | 0.0318 |
| YH-B03 | 汽车零部件及配件制造 | 先进值 | 0.027 | YH-B16 | 汽车零部件及配件制造 | 准入值 | 0.0318 |
| YH-B04 | 汽车零部件及配件制造 | 先进值 | 0.027 | | | | |

此外，区域2的现有工业企业应至少达到对应产业能耗强度准入值，并鼓励其达到先进值。

表 5-5 区域2现有企业的产业类型和能耗强度参考值

| 区域2现有的工业企业 | 产业类型 | “十四五”期间能耗强度 (准入值) (吨标煤/万元人民币) | “十四五”期间能耗强度 (先进值) (吨标煤/万元人民币) |
|------------------|------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 埃马克(中国)机械有限公司 | 金属加工机械制造 | 0.027 | 0.023 |
| 永臻科技(常州)有限公司 | 金属加工机械制造 | 0.027 | 0.023 |
| 江苏顺丰铝业有限公司 | 通用零部件制造 | 0.0505 | 0.043 |
| 常州卡斯特铝精密铸造科技有限公司 | 金属加工机械制造 | 0.027 | 0.023 |
| 皮尔磁电子(常州)有限公司 | 电子器件制造 | 0.0648 | 0.055 |
| 迈恩德(中国)电子有限公司 | 汽车零部件及配件制造 | 0.0318 | 0.027 |
| 德安环保设备(常州)有限公司 | 专用设备制造 | 0.027 | 0.023 |
| 江苏科美声学科技有限公司 | 汽车零部件及配件制造 | 0.0318 | 0.027 |

5.2 措施目录

基于上述实施路径，并结合启动区的发展规划，本节为能源供给、工业、建筑和交通等核心部门的能效提升分别介绍了若干个能效措施（项目建议），并引入优先级（短期、中期、长期）、投资成本、碳减排潜力和综合影响力等指标，对这些措施（项目建议）进行了初步评估，如图5-6所示。

表 5-6 启动区核心部门措施目录

| 部门 | 类别 | 措施/项目建议 | 优先级 | 投资成本 | 碳减排潜力 | 综合影响力 | 措施序号 ¹⁴³ |
|-------|------------|---|---------------------------|------|-------|-------|---------------------|
| 标准/法规 | 标准/法规 | 为新入驻企业和新建建筑引入法定的最低能效标准，以及可再生能源利用规范 | 高 | 低 | 高 | 高 | S1 |
| 能源供给 | 可再生能源 | 在启动区所有可用的屋顶和外墙安装光伏 | 高 | 高 | 高 | 高 | E1 |
| | | 在中德小镇开发利用可再生和清洁能源进行区域集中供热和制冷 | 高 | 高 | 高 | 高 | E2 |
| | | 推广带电池储能的光伏系统，在系统中增加集中式电能和热能的存储环节，并与空气源热泵相结合，统一调配建筑供暖、制冷和热水 | 高 | 中 | 中 | 中 | E3 |
| | (数字)能源基础设施 | 优化城市固体废物（MSW）的管理、收集、分类，对MSW的有机部分进行机械生物处理以产生沼气，对分类后的MSW进行焚烧以产生电力 | 中 | 高 | 高 | 高 | E4 |
| | | 引进智能能源管理平台，监测、控制、测量和优化建筑和工业的能源消耗 | 高 | 中 | 高 | 高 | E5 |
| | | 建立区域能源站，探索多能互补的综合能源体系 | 高 | 高 | 高 | 高 | E6 |
| | | 储能 | 向中大型热能和电力用户推广电热储能（ETES）系统 | 中 | 高 | 中 | 中 |

143 详细信息参照附录项目清单。

| 部门 | 类别 | 措施/项目建议 | 优先级 | 投资成本 | 碳减排潜力 | 综合影响力 | 措施序号 ¹⁴³ |
|----|-------|---------------------------------------|-----|------|-------|-------|---------------------|
| 工业 | 能效 | 建立能效网络小组, 加强公司之间在去碳化和提高能效方面的协作 | 高 | 低 | 高 | 高 | I1 |
| | | 永臻科技熔炼炉等设备更新及电解铝氧化环节技术工艺升级 | 高 | 中 | 高 | 中 | I2 |
| | | 埃马克空压机变频替代及工艺冷却水系统改造 | 高 | 中 | 高 | 中 | I3 |
| | | 卡斯特铝和顺丰铝业熔化炉、时效炉等设备更新及烟气余热回收利用 | 中 | 中 | 中 | 中 | I4 |
| | 电气化 | 推广工业热泵为工业企业和建筑供热 | 中 | 高 | 中 | 中 | I5 |
| | 余热利用 | 探索利用永臻科技的工业余热为中德(常州)中心或周边企业供暖、制冷和提供热水 | 中 | 高 | 中 | 高 | I6 |
| 建筑 | 试点项目 | 建设紫东公寓被动房示范项目 | 高 | 高 | 中 | 中 | B1 |
| | | 为中德小镇制定可持续发展总体规划 | 高 | 中 | 高 | 高 | B2 |
| | | 建设社区服务中心产能房示范项目 | 中 | 高 | 中 | 高 | B3 |
| | | 将国际学校打造为零碳校园和“气候保护先锋教育机构” | 中 | 高 | 高 | 高 | B4 |
| 交通 | 公共交通 | 在启动区推广慢行交通, 发展新能源汽车及其基础设施, 打造可持续交通系统 | 高 | 中 | 高 | 中 | T1 |
| | | 推广光伏+LED路灯 | 高 | 中 | 中 | 高 | T2 |
| | 新能源汽车 | 推广存储和充电一体化的光伏车棚项目 | 中 | 中 | 中 | 中 | T3 |

结合启动区的具体规划，图5-3展示了措施（项目）建议在启动区的位置，其中一些措施建议适用于整个启动区（红色措施序号），另外一些则与启动区规划实施的具体项目进行了结合（黑色措施序号），序号代表的措施（项目）建议及其具体描述见措施目录或附录中的项目清单。



图 5-3 措施（项目）建议概览

除了措施目录中的概述，对每个措施（项目）建议进行了具体描述和评估，并总结在如下的表格中，见附录“项目清单”。需要说明的是，基于现有数据，只能对其进行一些初步地描述和评估，更加详细的项目建议将在本项目的第二阶段2023年和2024年制定。

此外，本规划还对以上的措施建议进行了补充，列举了更加全面及面向未来的措施建议，具体见附录“其他措施建议”。



附件一：启动区项目清单

表 1 主要评估指标及定义

| | 指标名称 | 指标定义 |
|----|--------|--|
| 1 | 名称 | 项目名称 |
| 2 | 措施序号 | 措施序号由字母和数字组成。E代表能源供给，I代表工业，B代表建筑，T代表交通。数字代表所属部门的序列号 |
| 3 | 部门 | 主要涉及能源供给、工业、建筑、交通 |
| 4 | 优先级 | “高”是指短期要实施的项目（十四五期间），“中”是指中期要实施的项目（十五五期间），“低”是指长期要实施的项目（2030年之后） |
| 5 | 措施描述 | 对措施建议进行简要描述，包括背景、原理等 |
| 6 | 收益 | 主要指环境效益，如节能、可再生能源生产、碳减排等 |
| 7 | 措施地点 | 措施建议在启动区所处的位置 |
| 8 | 措施规模 | 指具体的面积，或定性的评估（从小规模到大规模） |
| 9 | 投资成本 | 指措施的建设成本或设备成本 |
| 10 | 成本效益 | 对无法量化的项目进行的相对的、定性的成本效益评估 |
| 11 | 综合影响评价 | 措施对当地经济、社会、环境的积极影响。例如，增加地方税收，提升地方产业结构，优化地方能源结构等 |

1. 标准和法规

措施 S1

| | |
|------|------------------------------------|
| 名称 | 为新入驻企业和新建建筑引入法定的最低能效标准，以及可再生能源利用规范 |
| 项目序号 | S1 |
| 部门 | 能源供给，建筑，交通 |
| 优先级 | 高 |

| | |
|-------|---|
| 标准和法规 | <p>企业的能效标准</p> <ul style="list-style-type: none"> • 现有企业的能耗强度应至少达到对应产业能耗强度准入值，并鼓励其达到先进值，具体见表4-5 • 新规划地块的企业应对标国内或国际先进标准，其能效达到国际先进水平，具体见表4-4 • 出台激励政策，如果企业能效等级满足先进值，则应给予相应的政策或资金奖励 <p>建筑的能效标准</p> <ul style="list-style-type: none"> • 所有新建居住建筑、办公和商业等公共建筑都应达到中国绿色建筑二星级标准 • 自2025年起，20%的新建建筑应达到被动房标准 • 到2025年，绿色施工的比例要达到100% • 到2025年，可再生能源在建筑领域的利用率要达到8% • 出台激励政策，如果新建建筑能效等级达到被动房或产能房标准，则应给予相应的政策或资金奖励 <p>可再生能源和清洁能源利用</p> <ul style="list-style-type: none"> • 自2025年起，新建工业建筑屋顶可用面积的50%应用于光伏 • 到2025年，工业余能回收利用率应达到50% • 到2025年，非化石能源消费的比例应达到10% <p>充电基础设施¹⁴⁴</p> <ul style="list-style-type: none"> • 各类建筑和公共停车场的停车位中，充电桩的比例不应低于30% • 固定停车位应100%预留空间用于安装充电桩 |
| 收益 | 更高的标准是提高能源效率的基础，可以从源头减少所有部门的能源需求和CO ₂ 排放。 |
| 项目地点 | 适用于整个启动区 |
| 综合影响力 | 能效标准为工业企业和建筑的能耗强度提供了关键参考值，也可以促进企业的低碳转型，鼓励企业积极采用低碳技术和节能管理措施，降低成本，增加利润。 |

2. 能源部门

措施E1

| | |
|-------|---|
| 名称 | 在启动区所有可用的屋顶和外墙安装光伏 |
| 项目序号 | E1 |
| 部门 | 能源供给，建筑 |
| 优先级 | 高 |
| 项目描述 | 启动区新规划建筑的屋顶面积约为850,000m ² 。除屋顶外，建筑的其他部分，如外墙、幕墙和遮阳构件等，也可用于光伏系统。根据潜力分析，启动区屋顶和外墙光伏的潜在装机容量约为122兆瓦，每年可产生约1.6亿千瓦时的电力（折算约20,000吨标煤），这对发展启动区的低碳能源供给系统起着重要作用。 |
| 收益 | 光伏每年的发电潜力约为1.6亿千瓦时，可替代约2万吨标煤，每年减少9万吨二氧化碳。 |
| 项目规模 | 启动区的屋顶和外墙光伏的潜在装机容量约为122兆瓦 |
| 投资成本 | 根据《中国光伏产业发展路线图（2020年版）》，2021年分布式光伏系统的初始投资成本为每瓦3.24元，到2030年将降至每瓦2.69元 ¹⁴⁵ 。假设初始投资成本为每瓦3元人民币，项目的总投资将为3.66亿元人民币。目前，在中国，光伏项目的投资回收期通常为5至6年 ¹⁴⁶ 。 |
| 综合影响力 | <ul style="list-style-type: none"> • 增加启动区可再生能源的比重，优化地方能源结构 • 促进当地光伏产业的发展 |

144 请访问以下网址：https://k.sina.com.cn/article_7517400647_1c0126e4705903re90.html?sudaref=cn.bing.com&display=0&retcode=0

145 资料来源：《中国光伏产业发展路线图（2020年版）》。请访问以下网址：<https://zhuanlan.zhihu.com/p/407835504>

146 请访问以下网址：<http://www.21spv.com/news/show.php?itemid=85245>

措施 E2

| | |
|-------|---|
| 名称 | 在中德小镇开发利用可再生和清洁能源进行区域集中供热和制冷 |
| 项目序号 | E2 |
| 部门 | 能源供给, 建筑 |
| 优先级 | 高 |
| 项目描述 | <p>中德（常州）小镇以住宅和公共建筑为主，包括高档公寓、国际医院、中德文化中心、酒店和社区行政中心等。为了提高建筑的热舒适度以及生活质量，可以在中德小镇建设区域供热和制冷系统，以满足制冷和供热需求。</p> <p>在两个示范区域之间，有一个污水泵站，每天的污水量约为5,000立方米，污水余热可以作为供暖和制冷的热源。此外，一条河流流经启动区，启动区也有丰富的浅层地热能找资源。基于此，可以开发建设一个集成污水能源管道换热器（SEP）的能源系统¹⁴⁷，它可以利用污水、河水和周围土壤中的热能，为区域供热（冷）。此外，周围的土壤也可以用于热能储存，在污水流量较低而热能需求高的时候使用。其他加热和冷却源，如工业废热、空气源，也可以被整合到系统中，以提供最佳的运营性能，同时最大限度地降低投资成本。</p> |
| 收益 | 如果启动区的所有住宅和公共建筑都通过该能源系统集中供暖和制冷，启动区每年的供暖和制冷能耗可从约50吉瓦时（6,000吨标煤）减少到10吉瓦时（1,200吨标煤）。每年可节省约40吉瓦时，即4,800吨标煤，对应每年可减少23,000吨碳排放。 |
| 项目规模 | 约一百万平方米 |
| 投资成本 | 约8000万到1亿元人民币，包括热泵机组、污水热交换器、泵组和阀门、管网和安装、水处理系统（参考类似规模的污水源热泵机组） ¹⁴⁸ 。 |
| 综合影响力 | <ul style="list-style-type: none"> 通过低能源消耗和低维护成本实现低运营成本 寿命长：SEP系统使用周期为50年 通过消除排放到空气中的热量，减轻城市的“热岛”效应（降低夏季的空气温度） 以可再生能源为基础的区域供热和制冷还有其他好处，诸如增加能源安全，改善环境和健康等 |

措施 E3

| | |
|------|---|
| 名称 | 推广带电池储能的光伏系统，在系统中增加集中式电能和热能的存储环节，并与空气源热泵相结合，统一调配建筑供暖、制冷和热水 |
| 项目序号 | E3 |
| 部门 | 能源供给, 建筑 |
| 优先级 | 高 |
| 项目描述 | <p>云湖科创谷内有较多的工业企业的办公楼和一些公共建筑，如中德（常州）中心，根据现有规划在不久的将来会有更多此类建筑建成，这些建筑的冷热需求都很高。目前，这些建筑通常采用电空调系统用于冬季供暖和夏季制冷。由于空调系统效率较低，且主要靠传统能源驱动，因此，建议使用空气源热泵，以一种经济的、可持续的方式用于建筑供暖、制冷和热水。</p> <p>此外，启动区的太阳能资源丰富，适合安装光伏系统，而带有电池储能的光伏系统可以提供全天候的绿色电力，这使建筑摆脱了对化石燃料的依赖和能源成本的上升。有了储能系统，光伏发电可以被更加灵活地使用。</p> <p>基于此，建议推广带电池储能的光伏系统，并与空气源热泵相结合，用于供暖、制冷和热水。通过这种组合，供暖和制冷可以由光伏所发电量提供，且消费者可以更加独立于化石能源和不断上涨的电费等。</p> |
| 收益 | 如果电力需求完全由光伏所发电量来满足，则实现了零碳排放。 |

147 资料来源：NECreat。请访问以下网址：<http://www.necreat.com/en/col.jsp?id=168>

148 请访问以下网址：<http://www.chinaqing.com/yc/2020/2260330.html>

| | |
|-------|--|
| 项目规模 | 小规模（家庭解决方案）到大规模（工业解决方案） |
| 成本效益 | 在不影响舒适度和生活质量的前提下，可持续地减少天然气和电力消耗。 |
| 综合影响力 | <ul style="list-style-type: none"> 减少碳排放，改善环境 减少对电网的依赖 促进智能电网的发展，提高电网的灵活性 |

措施 E4

| | |
|-------|---|
| 名称 | 对城市固体废物（MSW）的有机部分进行机械生物处理（MBT）以产生沼气，并对分类后的新MSW进行焚烧以产生电力 |
| 项目序号 | E4 |
| 部门 | 能源供给 |
| 优先级 | 高 |
| 项目描述 | <p>2020年，中国产生了近1亿吨餐厨垃圾，然而只收集利用了300万吨，其余的主要通过填埋和焚烧进行处理，对环境造成了较大的危害，且垃圾资源没有得到充分利用。</p> <p>通过垃圾分类，城市固体废物（MSW）可分为两类，即城市固体废物的有机部分（OFMSW）和分类的新MSW。通过MBT技术，OFMSW可以被用来生产沼气和肥料，每吨OFMSW可以产生100–150m³的沼气。此外，分类后的MSW的热值大大增加，可用于焚烧发电。¹⁴⁹</p> |
| 收益 | 引入MBT技术后，可再生能源的产量增加了7倍，节能减排的潜力巨大。 |
| 项目规模 | 取决于废物数量 |
| 投资成本 | MBT项目（300t/d）的投资约为2亿元人民币，项目回收期为8.4年。 |
| 综合影响力 | <ul style="list-style-type: none"> 分拣后的MSW的热值得到了提高，发电量增加了近300%，垃圾焚烧产生的炉渣和粉煤灰减少了70% 通过引进这项技术，可以减少温室气体排放，降低地下水污染的风险，并提高废物的资源化程度 |

措施 E5

| | |
|------|---|
| 名称 | 引进智慧能源管理平台，监测、控制、测量和优化建筑和工业的能源消耗 |
| 项目序号 | E5 |
| 部门 | 能源供给、工业、建筑 |
| 优先级 | 高 |
| 项目描述 | <p>智能能源管理平台是一个基于计算机的系统，旨在监测、控制、测量和优化建筑、企业或其他设施的能源消耗。该系统可以将耗电系统，如暖通空调、照明和机器设备，与电表、传感器和其他设备连接起来，这些设备可以跟踪、测量和汇总内部数据，并有可能与公用事业或电网运营商沟通，如在更便宜的非高峰时段购买能源，参与需求响应活动，电动汽车管理充电计划，以及作为其他公用事业或电网运营商计划的一部分传输剩余能源。</p> <p>通过智能能源管理平台，企业可以实现通过数据驱动提高生产效率。当大型设备接入物联网系统后还可以实现区域的电力调峰，助力智慧电网的建设，使电能的生产 and 分配更加高效。此外，可以在政府所属公共建筑推广智能能源管理平台，采用合同能源管理模式（EMC），初始投资为零，还可以获得额外的节能收益。</p> |
| 收益 | 取决于平台的规模。一般来说，可以支持建筑和工业通过优化资源的使用，测量和分析他们的环境影响，并建立面向未来的战略，重点是提高能效来减少他们的碳足迹。 |

149 资料来源：German biowaste。请访问以下网址：http://cn.germanbiogas.com/en/index.php/news/news_show/itemid/5.html

| | |
|-------|---|
| 成本效益 | 智能能源管理平台可以帮助企业降低管理成本，减少能源成本，验证节能措施，解释能源预算差异等。 |
| 综合影响力 | 智能能源管理平台可以提高所有行业的能源效率，实现系统集成，推动企业和城市的数字化转型。 |

措施 E6

| | |
|-------|---|
| 名称 | 建立区域能源站，探索多能互补的综合能源体系 |
| 项目序号 | E6 |
| 部门 | 能源供给、建筑 |
| 优先级 | 高 |
| 项目描述 | 在新建社区建立多能互补的能源站系统。引入光伏发电，工业余热等能源形式，建立热力储能，电力储能等多种区域型集中储能设备，并结合风冷热泵为新建社区实现多种能量来源的冷、热、电供应需求。采用智能负荷检测系统，综合室外气象因素，动态监测光伏发电量、社区用电量、电力储能系统充能百分比、热力系统充能百分比等多种能源数据，对建筑冷热负荷，热水负荷进行预测。智能调配热力、电力能源形式，为建筑提供高效舒适的室内环境。 |
| 收益 | 减少新建社区的运行碳排放，综合利用可再生能源较少社区碳足迹，并打造良好的室内环境。 |
| 综合影响力 | 为国内推行多能互补社区形态提供蓝本，探索能源站本土化的多种形态。 |

措施 E7

| | |
|-------|---|
| 名称 | 向中大型热能和电力用户推广电热储能（ETES）系统 ¹⁵⁰ |
| 项目序号 | E7 |
| 部门 | 能源供给、工业、建筑 |
| 优先级 | 中 |
| 项目描述 | <p>ETES是一个大规模的三联供能源储存和管理系统，用于同时储存、使用和分配电力、热能和冷能。ETES系统将电力、供暖和制冷部门联系在一起，可以将电力转化为热能。之后可用于加热或冷却或重新转化为电力。ETES使用环境友好的工艺介质，利用可再生能源中生产热能，不产生碳排放，助力中大型热能和电力客户减少其碳足迹。</p> <p>ETES系统的基本原理是通过热水和冰的形式储存能量，将电能可逆地转换为热能。该解决方案基于使用二氧化碳循环的热泵技术。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 由于其模块化设计，ETES系统可以根据客户的具体需求进行配置。 • 电力输入和输出从2到50多兆瓦 • 储存能力从10到几百兆瓦时不等 • 灵活的输出温度，从0℃到150℃，COP>6（取决于温度水平） • 可逆的电气化过程，往返效率约为50% |
| 收益 | <ul style="list-style-type: none"> • 三联供—综合供热、制冷和电力系统 • 部门耦合和能源供应商的理想选择 • 利用和储存可再生能源，减少二氧化碳排放 • 可扩展，不受地点限制，对环境影响非常小 |
| 成本效益 | 初始投资成本较高，但它可以为各种具有密集的热、冷和电力需求的工业过程提供具有成本优势的绿色能源。 |
| 综合影响力 | 作为一个可扩展的、碳中和的储能和部门耦合系统，ETES系统可以通过吸收大量来自可再生能源的剩余电力或非高峰期的电力，并根据需求将其反馈到电网，从而帮助平衡电网。通过这种方式，它可以增加当地可再生能源的使用，并促进当地工业和城市街区的供暖、制冷和电力供应的去碳化。 |

150 资料来源：曼恩能源方案公司。请访问以下网址：https://man-es.com/docs/default-source/document-sync/man-et-es-eng.pdf?sfvrsn=6ab704bc_1

3 工业部门

措施 11

| | |
|-------|--|
| 名称 | 建立能效网络小组（EEN），加强公司之间在去碳化和提高能效方面的协作 |
| 项目序号 | I1 |
| 部门 | 能源供给、工业、建筑 |
| 优先级 | 高 |
| 项目描述 | 能效网络是参与方（企业、市政机构等）之间开展的自愿、系统、以目标为导向且流程简化杜绝繁文缛节的经验和创意交流。一个能效网络平均有 10 个参与方。 为了顺利开展交流，获得最佳成果，在整个运行期间（通常为 2-3 年），专家（组织方、主持人和技术顾问）会关注并支持能效网络活动。在能效网络启动约一年后，参与方要确定一个共同的节能目标或温室气体减排目标。通过为参与企业做能源审计或诊断等类似工作作为单个企业确定节能降碳目标，这些目标汇总在一起形成网络小组的目标。 |
| 收益 | 参与能效网络的收获不仅仅在于节能、减排和降低成本，还能帮助企业展示兑现能效和环保承诺的具体行动，增长员工的知识和专业技能，加强能源管理等。 |
| 项目规模 | 一个能效网络平均有 10 个参与者 |
| 投资成本 | 能效网络的成本相对较低，而回报却很高。对于成都和昆山的 EENs，经评估，这两个能效网络试点每年分别节省了约 4100 万人民币和 1500 万人民币的能源成本。 |
| 综合影响力 | EENs 可以成为激励当地公司实施能效措施的有效工具，从而达到当地和国家的能效和环境目标。EENs 也可以成为提高公司员工的知识和专长的一种手段。 |

措施 12

| | |
|-------|---|
| 名称 | 永臻科技熔炼炉等设备更新及电解铝氧化环节技术工艺升级 |
| 项目序号 | I2 |
| 部门 | 工业 |
| 优先级 | 高 |
| 项目描述 | 永臻科技位于启动区内，目前是启动区最大的能源消耗企业。高耗能环节为“氧化车间”电解表面处理过程（氧化铝膜），根据实际产品要求 100kwh-1000kwh/吨。因为电解放热，现场配有多台氧化槽制冷机。基于现场调研，在对其生产过程和能源结构进行分析后，可以采取以下措施来进一步降低其能源消耗： <ul style="list-style-type: none"> • 更换低能效熔炼炉设备 • 采用表面处理剂代替原有电解氧化铝生产环节 • 热加工处理使用碳隔热材料，仅加热加工件，减少炉膛升温 • 利用余热为内部宿舍供暖和提供热水 • 在屋面安装太阳能发电系统 • 引进能源管理平台 |
| 收益 | <ul style="list-style-type: none"> • 通过更换熔炼炉，铸造每吨铝棒将减少天然气 10m³ 及电力 5kWh • 通过电解铝氧化环节技术工艺升级，将降低电解氧化铝 90% 以上的电力消耗 |
| 项目规模 | 永臻科技 |
| 投资成本 | 30,000,000 人民币 |
| 综合影响力 | 作为启动区最大的能源消耗企业，通过设别更新和工艺优化，不仅可以大大降低企业自身耗能，提高企业产品的竞争力，还可以降低启动区整体的能耗，助力启动区绿色低碳发展。 |

措施 13

| | |
|-------|---|
| 名称 | 埃马克空压机变频替代及工艺冷却水系统改造 |
| 项目序号 | I3 |
| 部门 | 工业 |
| 优先级 | 高 |
| 项目描述 | <p>埃马克是启动区内一家精密机加工德国企业，实施了多项节能技术及节能管理措施，能效水平处于行业领先。现场有三个车间：装置车间，钣金车间，固化车间，三个车间均配备恒温空调，以保证冬季温度达到20℃，春秋季节23℃，夏季25℃，相对湿度控制在60%以下。冬季供暖使用真空负压燃气锅炉。</p> <p>企业2022年用电663万度，用气31.3万m³，其中35%为空调能耗，10%为照明能耗，40%为生产能耗，10%为空压机。基于现场调研，对生产流程及耗能情况进行分析后，可采取以下措施来进一步降低其能源消耗：</p> <ul style="list-style-type: none"> • 更换原有单速空压机为变频空压机 • 对工艺冷却水系统进行改造，将空调系统与工艺冷却水系统通过换热器进行连接，从而将工艺系统的制冷机及冷却塔停止运行。 • 安装烘干排气热回收系统。在喷涂线的烘干段的排气处安装热回收系统，从而将烘干段多余的热量回收至脱脂槽内，对槽液进行加热。 • 在屋面安装太阳能发电系统 • 引进能源管理平台 |
| 收益 | <ul style="list-style-type: none"> • 空压机使用变频替代，可以大幅提高其工作效率，高负荷时提升能效60%，低负荷时提升能效30% • 优化冷却水系统后，每年将减少约10万运行费用 • 通过安装烘干排气热回收系统，预计每年可节省6万元的燃气费用 • 屋面预计可以安装1兆瓦太阳能发电系统，每年可节省电费支出约80万元。 |
| 综合影响力 | 树立先进低能耗示范性工厂，引领企业低碳绿色发展。 |

措施 14

| | |
|-------|---|
| 名称 | 卡斯特铝和顺丰铝业熔化炉、时效炉等设备更新及烟气余热回收利用 |
| 项目序号 | I4 |
| 部门 | 工业 |
| 优先级 | 中 |
| 项目描述 | <p>根据实地考察，卡斯特铝及顺丰铝业均为汽车零部件粗加工厂商，工艺偏向于冷加工，热加工部分较少。现场有3台熔化炉，其烟气排放温度较高，但缺少余热回收装置。现场工艺流程间自动化水平仍有较大提升空间，缺乏能源管理系统。部分设备存在更新替代的必要，企业整体能效仍有提升潜力。基于现场调研，对生产流程及耗能情况进行分析后，可采取以下措施来进一步降低其能源消耗：</p> <ul style="list-style-type: none"> • 对原有高耗能熔化炉、时效炉设备进行更新 • 增加烟气余热回收利用装置 • 在屋面安装太阳能发电系统 • 引进能源管理平台 |
| 综合影响力 | 通过设备更新和余热利用，可以提高企业层面的能效水平及整体制造水平，进而提高其产品竞争力。 |

措施 15

| | |
|------|---------------------------------|
| 名称 | 推广工业热泵为工业企业和建筑供热 ¹⁵¹ |
| 项目序号 | I5 |
| 部门 | 能源供给、工业、建筑 |

151 资料来源：曼恩能源方案公司

| | |
|-------|--|
| 优先级 | 中 |
| 项目描述 | 工业热泵可以大规模生产150° C的热水或蒸汽和0° C的冷水，且具有很高的能源效率。它可以用于工业生产和区域供热和制冷。此外，工业热泵还可以与可再生能源相结合，如光伏发电。工业废水的余热也可以通过热泵得到利用，产生热能和冷能。 |
| 收益 | 工业热泵可以自动运行，没有易损件，运行时间超过35年，在其使用周期内没有效率损失 |
| 项目规模 | 最大机组规模：16MW功率输入，约48MW热能和32MW冷能输出，总计80MW热能（热+冷） |
| 投资成本 | 每台设备约2000万欧元（最大机组） |
| 综合影响力 | 可以填补高温输出热泵（>=150° C）和大规模供热的市场空缺 |

措施 I6

| | |
|-------|--|
| 名称 | 探索利用永臻科技的工业余热为中德（常州）中心或周边企业供暖、制冷和提供热水 |
| 项目序号 | I6 |
| 部门 | 能源供给、工业、建筑 |
| 优先级 | 中 |
| 项目描述 | 永臻科技2021年的能耗约为12,000吨，是启动区最大的能耗企业。根据其能源审计报告，在提高能源效率和余热利用方面仍有很大潜力。除了内部余热用于供暖、热水等，还应该探索与周边企业和机构的部门联动潜力。中德（常州）中心离永臻科技很近，对供暖和制冷的需求较大。因此，可以进一步探索利用工业余热来满足中德（常州）中心的供暖（制冷）需求。 |
| 收益 | 根据潜力分析，假设30%的工业能源消耗作为废热排放，其中30%可以被利用。则永臻科技可回收利用的余热约为1,000吨标煤，每年可减少约3,000吨碳排放。 |
| 成本效益 | 初始投资较高，主要是因为基础设施的建设，运营成本较低，且由于废热利用带来了额外收入。 |
| 综合影响力 | 将该项目建设成为工业和建筑部门耦合的示范项目，还可以提高启动区的整体能源效率。 |

4 建筑部门

措施 B1

| | |
|-------|--|
| 名称 | 建设紫东公寓被动房示范项目 |
| 项目序号 | B1 |
| 部门 | 建筑 |
| 优先级 | 高 |
| 项目描述 | 为了进一步提高建筑的能源效率，选取紫东公寓，按照被动房标准进行建设。 |
| 收益 | <ul style="list-style-type: none"> • 减少能源消耗和运营成本 • 提高室内舒适度 • 增加建筑物的预期寿命 |
| 项目规模 | 紫东公寓四号公寓，总面积16,230 m ² 。 |
| 投资成本 | 与按照当地能效等级的建设成本相比，被动房的增量成本约为800-1000元/m ² 。因此，该项目总的增量成本约为1500万人民币。 |
| 综合影响力 | 该项目将成为金坛经开区的第一个被动房项目，可作为建筑节能示范，促进建筑部门能效的提高。 |

措施 B2

| | |
|-------|---|
| 名称 | 为中德小镇制定可持续发展总体规划 |
| 项目序号 | B2 |
| 部门 | 建筑 |
| 优先级 | 高 |
| 项目描述 | <p>作为启动区的一部分，中德小镇是一个集办公、住宅和商业场所于一体的多功能生活区。为了满足最高的可持续性要求，为双碳目标的实现做出贡献，并吸引投资方，建议为这一区域编制可持续发展总体规划，以确定经济、生态和社会可持续发展的总体目标，并制定相关实施路径。</p> <p>可持续发展总体规划可以在以下可持续发展主题领域制定分项规划</p> <p>水： 尽可能降低耗水量，包括对雨水的利用，减少洪水的风险。</p> <p>能源： 能源需求将尽可能完全由可再生能源来满足。从长远来看，这有利于碳中和场所的建立。同时也符合朗诗的总部“产能建筑”的要求。</p> <p>绿地和开放空间： 绿地积极支持生物多样性以及建筑和城市气候，作为减少洪水风险的重要基础，并成为社会休闲区。</p> <p>材料和废弃物： 对材料进行闭环管理，提高材料循环利用率，以减少废弃物产出。</p> <p>交通和流动性： 尽量减少噪音或废气等排放物，以确保高品质的开放空间和空气质量。</p> <p>建筑和建造： 建筑设计理念应有助于提升居民和工作人员的福祉，并考虑到了被动式建筑理念。</p> <p>组织和经营： 提高用户和经营者对该地区的认同度，并对建筑和开放空间的维护作出决定性的贡献，从而保护其价值。</p> |
| 收益 | <ul style="list-style-type: none"> • 减少能源消耗和运营成本 • 提高生活质量 • 实现启动区的可持续发展 |
| 项目规模 | 约一百万平方米 |
| 投资成本 | 700.000人民币-900.000人民币 |
| 综合影响力 | 总体规划将支持中德小镇实现最高的可持续发展要求，并成为金坛乃至中国的一个地标。此外，它还能启动区和周边地区带来附加值。 |

措施 B3

| | |
|------|--|
| 名称 | 建设社区服务中心产能房示范项目 |
| 项目序号 | B3 |
| 部门 | 建筑 |
| 优先级 | 高 |
| 项目描述 | <p>为了进一步提高建筑部门的能效，建议选取社区服务中心，这一公共建筑，开展产能房示范。作为多功能建筑，社区服务中心也是启动区最具代表性的建筑之一。</p> |
| 收益 | <ul style="list-style-type: none"> • 减少能源消耗和运营成本 • 提高室内舒适度 • 增加建筑物的预期寿命 |
| 项目规模 | 社区服务中心, 3, 200m ² |

| | |
|-------|---|
| 投资成本 | 与传统建筑相比，产能房的初期建设成本较高，但项目实际运营成本非常低，产出能源甚至大于建筑所需能源，多余电力可以上网，赚取收益。 |
| 综合影响力 | 该项目将成为金坛经开区的第一个产能房项目，可作为建筑节能示范，促进建筑部门能效的提高。 |

措施 B4

| | |
|-------|--|
| 名称 | 将国际学校打造为零碳校园和“气候先锋教育机构” |
| 项目序号 | B4 |
| 部门 | 建筑 |
| 优先级 | 高 |
| 项目描述 | <p>该项目包括两个主要任务，一是将国际学校打造为零碳校园（任务1），二是将学校建设成一个“气候先锋教育机构”（任务2）。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 对于任务1 <ul style="list-style-type: none"> - 所有建筑都应达到被动房标准或产能房标准 - 在屋顶和停车场等区域应安装分布式光伏 • 对于任务2 <ul style="list-style-type: none"> - 为学生开发一套“气候友好型教育计划”，包括课程、研讨会和活动等内容 - 实施这一“气候友好型教育计划” - 记录并分享所有的实施细节、学到的经验和潜在的改进等 |
| 收益 | <ul style="list-style-type: none"> • 净零排放校园（运营阶段） • 气候友好型先锋学校 |
| 项目规模 | 国际学校，38,000m ² |
| 投资成本 | 与基于当地能效等级的建设成本相比，被动房的增量成本约为800-1000元/m ² 。因此，该项目的总增量成本约为3000万人民币。 |
| 综合影响力 | <ul style="list-style-type: none"> • 该校园将成为启动区乃至江苏省首批零排放试点校园 • 首创的“气候友好型教育计划”可以在江苏省以及整个中国的其他学校进行推广 |

5 交通部门

措施 T1

| | |
|-------|--|
| 名称 | 大力发展新能源汽车，打造一个可持续的交通系统 |
| 项目序号 | T1 |
| 部门 | 交通 |
| 优先级 | 高 |
| 项目描述 | 目前启动区新能源汽车保有量较低，新能源汽车充电桩建设有待提升。未来交通部门能源消费占启动区总能耗的25%以上，因此交通部门绿色低碳化发展刻不容缓。一方面要通过建设慢行交通系统，倡导居民绿色低碳出行等，另一方面，需要加大新能源动力车推广力度，加快构建便利高效的充换电网络体系，进而在启动区建设可持续的交通系统。 |
| 收益 | <ul style="list-style-type: none"> • 减少化石燃料消耗 • 减低碳排放，减少空气污染 • 促进居民绿色出行 |
| 成本效益 | 减少了消费者的出行成本 |
| 综合影响力 | 通过促进新能源汽车的发展，可以带动本地新能源汽车产业的发展。此外，通过建设慢行交通，促进居民绿色低碳出行，降低园区综合碳排放强度。 |

措施 T2

| | |
|-------|---|
| 名称 | 推广光伏+LED路灯 |
| 项目序号 | T2 |
| 部门 | 能源供给，交通 |
| 优先级 | 高 |
| 项目描述 | 目前的街道照明以高压钠灯为主，其能耗很高。建议用LED灯取代这些高压钠灯。此外，通过发展光伏路灯系统，可以进一步加强可再生能源在交通领域的应用。 |
| 收益 | <ul style="list-style-type: none"> 减少交通部门的能源消耗 促进可再生能源的利用 |
| 成本效益 | 200盏光伏路灯的总投资成本约为80万元人民币 ¹⁵² |
| 综合影响力 | 降低运营成本，提高交通部门的可再生能源利用率 |

措施 T3

| | |
|-------|--|
| 名称 | 存储和充电一体化的光伏车棚 |
| 项目序号 | T3 |
| 部门 | 能源供给，交通 |
| 优先级 | 高 |
| 项目描述 | <p>储能和充电一体化光伏车棚由光伏车棚、控制逆变器系统、储能系统、能量管理系统、交流配电系统和充电桩组成。</p> <p>结合电动汽车的充电功能，可以完美解决光伏发电在发电端、用户端和电网端的需求矛盾。白天，光伏发电首先为电动汽车充电；剩余电量用于储能。储能充满后，剩余电量将进入电网。在夜间或雨天，储能系统和电网共同为电动车充电。</p> <p>该系统可以配备直流快速充电桩，用于电动汽车的快速充电，还可以实现储能，形成独立运行的微电网，结合不同时间段、不同天气条件和用能需求，在离网和多种运行模式之间智能切换。</p> |
| 收益 | <ul style="list-style-type: none"> 为新能源汽车提供绿色动力 节能环保 |
| 项目规模 | 小规模到大规模均有可能 |
| 成本效益 | <ul style="list-style-type: none"> 低成本：每平方米成本低，包括钢结构和光伏系统等 长期收益，光伏车棚系统使用周期为25年 光伏电力可以直接输入电网，也可以用来给汽车充电，这两种方式都可以产生收益 |
| 综合影响力 | 光伏车棚可以大力本地促进电动汽车的发展 |

152 请访问以下网址：<http://www.hbxingchi.com/jiage/9292.html>

附件三: 其他措施建议

| 部门 | 类别 | 措施 | 优先级 | 投资成本 | 碳减排潜力 | 综合影响力 |
|------|------------|---|-----|------|-------|-------|
| 能源供给 | 可再生能源 | 推广太阳能热系统, 为建筑物提供热水和供热 | 高 | 中 | 高 | 中 |
| | | 进口绿色电力以增加可再生能源的份额 | 高 | 中 | 高 | 中 |
| | | 利用工业的副产品氢气 | 中 | 中 | 高 | 中 |
| | | 进口绿色氢气 | 低 | 高 | 高 | 中 |
| | (数字)能源基础设施 | 推动氢能基础设施和示范项目的建设 | 低 | 高 | 高 | 高 |
| 工业 | 能效 | 推进工业设备的节能升级改造, 如电机、引风机、泵、压缩机、变压器、热交换器和工业锅炉等 | 高 | 高 | 高 | 高 |
| | | 促进能源审计和工业技术人员的能源管理培训 | 高 | 低 | 高 | 高 |
| | | 在工业企业中推广无焰燃烧系统, 减少天然气消耗 | 中 | 中 | 中 | 中 |
| | 余热利用 | 推广能源梯级利用技术, 通过有机朗肯循环 (ORC) 技术利用工业低温余热进行发电 | 高 | 高 | 高 | 高 |
| | 循环经济 | 促进废旧电池、光伏组件和其他工业废弃物的回收利用 | 高 | 中 | 高 | 高 |
| | CCUS | 促进和扩大碳捕获、利用和储存 (CCUS) 的示范应用 | 低 | 高 | 高 | 中 |
| 建筑 | 建造过程中的能效 | 使用低碳建筑材料, 如石灰石煅烧粘土水泥 (LC3)、竹子等 | 高 | 中 | 高 | 中 |
| | | 购买项目附近的建筑材料 (节省运输能耗) | 高 | 低 | 高 | 高 |
| | 照明 | 推广LED灯 | 高 | 低 | 高 | 低 |
| | 设备 | 促进旧设备的更新换代, 鼓励购置节能设备, 包括洗衣机、电视、冰箱、空调等 | 高 | 高 | 高 | 高 |
| | | 推广建筑监控和智能管理系统, 如根据室外温度自动调节室内温度 | 低 | 高 | 中 | 中 |
| | 既有建筑节能改造 | 出台激励政策, 推动启动区既有建筑的节能升级改造 | 高 | 高 | 高 | 高 |
| | 数字化生命周期管理 | 在建筑的生命周期管理中应用建筑信息模型 (BIM) 管理系统 | 中 | 高 | 高 | 中 |

| 部门 | 类别 | 措施 | 优先级 | 投资成本 | 碳减排潜力 | 综合影响力 |
|----|---------|-----------------------------------|-----|------|-------|-------|
| 交通 | 公共交通 | 通过增加运力、班次，确保公共交通舒适度和质量，提高公共交通服务质量 | 高 | 高 | 中 | 高 |
| | | 推广和建设公共交通专用车道 | 高 | 低 | 中 | 中 |
| | | 实施智能交通系统，包括信号配时、可变信息标志和实时驾驶信息等 | 高 | 高 | 高 | 高 |
| | 新能源汽车 | 大力推广新能源动车，包括电动私家车、出租车等 | 高 | 中 | 高 | 高 |
| | | 完善新能源汽车的基础设施（充电站等） | 高 | 高 | 高 | 高 |
| | 氢燃料电池汽车 | 推动氢燃料电池汽车试点项目，重点为公共汽车和重载卡车 | 低 | 高 | 高 | 低 |
| | | 完善氢燃料电池汽车基础设施，包括加氢站和氢燃料供应链等 | 低 | 高 | 高 | 高 |
| | 用户行为改变 | 完善自行车道、人行道等基础设施，促进用户绿色出行 | 高 | 低 | 中 | 中 |
| | | 促进共享汽车的发展 | 中 | 高 | 高 | 高 |
| | | 减少商业建筑、居住建筑的停车位数量，进而促进用户降低对汽车的依赖 | 低 | 低 | 高 | 低 |

网站



微信

