



绿色金融丛书
Green Finance Series

重庆碳中和 与绿色金融路线图研究

Carbon Neutrality Roadmap
and Green Finance Agenda for Chongqing

马骏 马天禄 © 主编

 中国金融出版社

责任编辑：孙 柏 王 强
责任校对：刘 明
责任印制：程 颖

图书在版编目(CIP)数据

重庆碳中和与绿色金融路线图研究 / 马骏, 马天禄主编. — 北京: 中国金融出版社, 2021.6

ISBN 978-7-5220-1238-4

I. ①重… II. ①马… ②马… III. ①二氧化碳—排气—管理—金融政策—研究—重庆 IV. ①F832.771.9 ②X511

中国版本图书馆CIP数据核字(2021)第142325号

重庆碳中和与绿色金融路线图研究

CHONGQING TANZHONGHE YU LÜSE JINRONG LUXIANTU YANJIU

出版
发行 **中国金融出版社**

社址 北京市丰台区益泽路2号

市场开发部 (010) 66024766, 63805472, 63439533 (传真)

网上书店 www.cfph.cn

(010) 66024766, 63372837 (传真)

读者服务部 (010) 66070833, 62568380

邮编 100071

经销 新华书店

印刷 保利达印务有限公司

尺寸 169毫米×239毫米

印张 17.5

字数 226千

版次 2021年8月第1版

印次 2021年8月第1次印刷

定价 68.00元

ISBN 978-7-5220-1238-4

如出现印装错误本社负责调换 联系电话 (010) 63263947

《重庆碳中和与绿色金融路线图研究》课题组

课题组负责人：

马 骏 北京绿色金融与可持续发展研究院院长
中国金融学会绿色金融专业委员会主任
马天禄 中国人民银行重庆营业管理部党委书记、主任

课题组成员：

胡 敏 北京绿色金融与可持续发展研究院执行院长
杨 鹏 北京绿金院能源气候中心副主任
李 昂 北京绿金院能源气候中心副主任
陈美安 北京绿金院能源气候中心高级研究员
洪佳玲 北京绿金院能源气候中心高级研究员
徐稼轩 清华大学绿色金融发展研究中心研究专员
吴 琼 清华大学绿色金融发展研究中心研究专员
邵丹青 清华大学绿色金融发展研究中心研究专员
朱绍嘉 清华大学绿色金融发展研究中心研究助理
刘嘉龙 北京绿金院 ESG 投资研究中心主任
张 芳 北京绿金院 ESG 投资研究中心研究员
李 铀 人民银行重庆营业管理部党委副书记、副主任
卢满生 人民银行重庆营业管理部办公室主任

顾 胥 人民银行重庆营业管理部金融研究处副处长
黄觉波 人民银行重庆营业管理部金融研究处副处长
韩鑫韬 人民银行重庆营业管理部金融研究处七级助理研究员
樊振昌 人民银行重庆营业管理部金融研究处十级研究主管
罗 怡 重庆银行绿色金融部总经理
黄庆跃 重庆银行金融研究院院长助理
殷 红 工商银行现代金融研究院副院长
张静文 工商银行现代金融研究院研究员
陈亚芹 兴业银行绿色金融事业部处长
别 智 兴业银行绿色金融事业部
王玉玲 人保财险总核保师
陈伟波 人保资本股权投资有限公司副总经理
向 飞 人保财险绿色保险工作领导小组办公室处长
解子昌 人保财险绿色保险工作领导小组办公室主办
慕久竑 北京环境交易所总裁助理
张 杰 中国投资协会能源投资专业委员会副会长兼秘书长
赵金根 中国投资协会能源投资专业委员会副秘书长
郑冬冬 中国投资协会能源投资专业委员会能源研究部主任
梁俊强 住建部科技与产业化发展中心副主任
殷 帅 住房和城乡建设部公共建筑能效提升项目办公室执行副主任
秦二娃 中证金融研究院研究员
田智宇 国家发改委能源研究所研究员
韩小宝 中国建筑科学研究院研究员

何东全 能源创新中国项目主任
胡秀莲 国家发改委能源研究所研究员
田 川 生态环境部国家应对气候变化和国际合作战略中心研究员

咨询专家:

曹 颖 中国建设银行重庆市分行副行长
陈 勇 国家电投集团远达水务有限公司财务总监
甘 红 重庆市能源局综合处副处长
龚慧明 能源基金会(美国)交通项目高级项目主任
何 丹 重庆市住房和城乡建设委设计与绿色建筑发展处教授级
高工
胡 耀 重庆市经济信息委节能及综合利用处一级主任科员
李 中 重庆康达环保产业(集团)有限公司董事长
李文华 中国证监会重庆监管局二级调研员
李智勇 重庆市交通局财务处副调研员
刘 理 华夏银行重庆市分行副行长
刘 强 重庆市生态环保局核安全处副处长
刘学来 重庆市能源利用监测中心党委书记、主任
彭建勋 国家开发银行重庆市分行副行长
舒 静 重庆农村商业银行副行长
谭斯予 中国银保监会重庆监管局普惠处处长
郭 剑 重庆三峰环境集团股份有限公司财务总监
王 耿 中国工商银行重庆市分行副行长

王佑全 中国华能集团有限公司重庆分公司财务总监
温汝俊 重庆市生态环境局一级巡视员
武 晋 中国光大银行重庆市分行战略客户与投资银行部总经理
杨 勇 小康集团研究院执行副院长
杨德敏 重庆市林业局规划财务处副处长
易方民 中国建科院国际设计所所长
张黎立 重庆市能源利用监测中心高级工程师
张青林 中国投资协会绿色发展中心主任
张时聪 中国建科院建筑环境及节能研究院技术发展战略研究中心主任
周国华 重庆银行副行长
周燕敏 重庆能投渝新能源有限公司财务部部长

实现碳中和面临的若干问题和选项^①

周小川

2020年9月，习近平总书记在联合国大会上的发言中，代表中国做出了承诺，提出中国要努力争取在2030年之前实现碳达峰，在2060年前实现碳中和。要实现这些目标是有相当难度的，需要考虑各行业、各地区存在的差异，要有准确的数据基础并提出可测算的各类参数，并采取各种措施纠正市场失灵的问题。在此过程中，需要进一步发展和健全碳排放市场，建立正确的激励机制，并避免碳价格波动带来的负面影响。此外，碳排放的全球治理仍然是以国家为主体的结构，当前发达国家和发展中国家在气候问题上还有争议，一些具体问题尚无解决方案，这就要求我们进一步探索建设和发展绿色治理体系。

一、实现碳中和所面临的若干问题

首先，要提供准确的数据基础作为碳中和规划的参数。习近平总书记在气候雄心峰会上提出了四项重要指标，即到2030年，中国单位国内生产总值二氧化碳排放将比2005年下降65%以上，非化石能源占

^① 本导读是根据中国金融学会会长周小川在2019年12月于本课题组在重庆举办的“碳中和背景下重庆绿色金融路线图”课题启动会上的发言以及在其他若干场合的演讲内容整理而成。

一次能源消费比重将达到25%左右，森林蓄积量将比2005年增加60亿立方米，风电、太阳能发电总装机容量将达到12亿千瓦以上。其中有两个涉及2005年的基础数据，而官方或者权威机构目前尚未给出这一基础数据。而由于基础数据的缺失，我国碳峰值的数据仍然需要进一步推敲。

如果要按2030年的碳排放强度比2005年下降65%来安排任务落实，首先需要有2005年碳排放总量和可比GDP的清晰数据。市场上对于未来十年GDP年均增长预测也略不相同。计算2030年碳排放强度所使用的GDP要与2005年GDP有可比性：需要用GDP平减指数找出可比GDP，或者采用增长率数据。基础数据对于减排任务如何分解，效绩考核以及碳市场的定价都至关重要，因此必须把数据基础做实。

此外，夯实数字基础，搭建可计量、可核算、可定价、可评估、可激励的绿色治理制度和体系，是使各个部门积极行动、主动落实碳达峰与碳中和目标的关键因素。中国目前在这方面的进展有限，很多问题尚在初步讨论之中。对此，可适时借鉴和采用MRV体系（Measurement, Reporting, Verification，即可度量、可报告、可核查）的一些做法，这也是构建碳交易市场的核心要素之一。

要为众多的参与者提供可测算、可做计划的参数，任务艰巨。为此，国民经济中相当一部分行业和机构、企业需要参与进来，尤其是高碳行业，例如能源行业、交通行业等。此外，对于碳捕获和碳汇，也需要有权威的机构给出相关的参数，进而明确市场中的配额余量及配额增量，推动实现碳交易价格合理、稳定、可预期的目标。

其次，要充分重视碳减排中占比较大的行业并进行合理规划。例如发电行业，其碳排放占比的世界平均值为41%，中国为52%。有报告明确提出未来要扩大电气化，通过可再生能源来替代化石能源，将煤电为主的能源结构转型为绿色电力或者是零碳电力。一方面，市场上部分研究机构及人员对电力行业的减排转型情景过分乐观，忽视了非化石电源

及输配电中的技术难度。另一方面，电力行业转型的融资需求巨大。需要认真估算新增清洁电力装机容量所需的投资资金量（即多大的投资才能达到所需的装机容量），其中要考虑装机成本，也要考虑装机成本如何摊入供电运行成本，年发电小时数和电网接纳度，以及电网性能（包括线损）、储能、调峰、输配电的投资成本等因素。

最后，需要充分考虑到碳中和的难度，进行更多创新并提供激励机制。在全部生产和生活过程中把燃烧化石能源和其他来源产生的碳排放完全降到零将是非常困难的。对于已经排放的二氧化碳，主要可以依靠新的科学技术和新的投资产生的碳沉降机制，把一部分已经放出去的二氧化碳吸收回来，这方面还有很多可创新的工作。除此之外，还需要确定森林碳汇参数，要明确不同的森林究竟在多大程度上能够吸收多少二氧化碳。而目前针对森林碳汇的各种参数并不清晰，需要非常大面积地进行绿化植树才能取得显见的效果。这当中还涉及树种、密度等一系列问题，因此还需要其他方面的创新技术。为了促进绿色技术的创新，我国需要加大对此类创新的激励，这些激励机制可以为社会资本投资于绿色科技提供重要的回报率的预期。

二、要进一步建设和健全碳市场，明确碳市场的金融属性

应当明确，建设碳排放交易体系需要靠机制，即是计划体制还是市场化的激励机制。传统的任务分解方式并不能完全满足我国当前碳减排的需求，进一步建设和健全碳市场是必要的。要高度重视激励机制，也就是碳排放配额的价格或者是对碳排放征税的税率，同时在这方面要有明确的价格形成机制和计算规范，并设定好如何通过市场将各项工作落到实处。

目前国际上主流的碳排放激励机制有两种，分别为碳税和碳排放交易市场。碳税往往集中在财政部门手里，但仅仅通过财政部门实现碳税

的最优配置，并合理地运用于碳减排、发展新能源、创新碳吸收等方面是很难实现的。当前许多国家财政面临着高债务、高赤字，尤其是在全球金融危机和新冠肺炎疫情之后，赤字和债务已经非常高。在这种情况下，征收碳税所提供的资金是否能够全部或主要用于碳减排、碳吸收等环节，而不是用于弥补预算缺口，这一点有待研究。此外，从国家层面来看，集中的财政决策往往会遇到官僚主义的困扰，预算上也需要层层审批，对绿色创新活动提供及时有效的财力支持往往不是那么容易。

相对而言，通过金融市场和碳市场的衔接，进而实现金融市场对碳市场发展的正向促进作用，更有利于我国当前碳减排任务的完成。碳市场对投资的激励作用有两层：第一层，在几千家控排企业的范围内，碳市场（即期市场）能够在当期鼓励低碳企业增产或减碳高效的企业多减碳，以争取促进碳平衡。第二层，碳市场可以给出中长期的信号，引导社会资本投资于未来碳减排的经济活动。碳市场能够在这方面给出信号，特别是通过碳市场衍生产品，如碳期货、碳远期等，给未来的生产投资提供核算和风控的基础。这一层激励作用至关重要，因为它会影响几百万、上千万家企业的投资决策，而碳达峰与碳中和必须以正确的投资、有效的投资来实现。要使碳市场能提供有效的价格信号，就必须认可碳市场的金融属性，有充分的金融机构和其他交易主体的参与，也必须有比较活跃的碳衍生品市场。

《中共中央关于制定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的建议》明确指出，要以更大力度发展和运用碳市场。要实现碳市场的合理价格，确定碳排放的封顶总量至关重要。不管从规划角度还是实际工作进度来讲，如果没有年度总量数据，减排任务分解、绩效考核、碳市场定价的形成都是无解之问。只有在明确总量的基础上对碳配额进行交易，促进规律性价格的产生，才能最终实现碳价的合理化。目前，中国未来若干年的碳排放总量还未逐年确定，对于

碳排放总量的测算方法也尚未明确。总体而言，这项工作是有滞后性的，这与多年前思路上存在偏差有一定的关系。大约10年以前，对于碳排放的主流认知停留在碳排放会影响发展中国家的发展这一层面。因此，中国当时认可的减排任务强调按GDP增长的比例承诺比例性排放指标，也因此，目前一些总量指标相对模糊。一定程度上来讲，这是历史形成的缺陷。

碳市场也有受到质疑的地方，其中之一就是碳价格可能大幅波动。未来的碳价格之所以有相当大的不确定性，可能有三方面原因：其一，是未来技术发展以及未来技术的性价比存在不确定性，给相关的投资也带来了不确定性，而很多投资是中长期的，因此这些投资的核算和未来的回报也存在不确定性。其二，是为照顾到当前经济增长和未来碳中和目标之间的平衡，在实现碳达峰与碳中和过程中会存在一些过渡性安排，包括免费配额和低价配额等做法。此外，在减排进度上可能前松后紧，也可能前紧后松，当然最好是实现动态优化安排。由于动态安排的减排量有波动，所以进入碳市场的数量也存在不确定性，从而影响碳价格。其三，是政府财力以及政府对某些活动给予补贴的政策也存在一定的不确定性，会影响补贴后的价格形成。因此在寻求未来减排路径的同时，要正视所存在的不确定性及其对碳价格的影响，需要在总结国际经验的基础上，认真研究可以帮助避免碳价格过度波动的机制。

当前，中国部分地区已经建立了碳市场，进行了碳排放的交易，并产生了交易价格。这些碳市场跟未来全国市场的关系，也需要探讨。如果各个市场设计的标准不一样，总量封顶的依据不一致，中间又没有连通机制的话，那么所形成的碳排放价格可能就是不统一的，这就不利于全国性碳市场的建设工作推进。要想办法把这些碳市场连通起来。

三、要建立与碳中和目标相一致的国际治理能力

目前，碳排放的全球治理仍然是以国家为主体的结构，其基本假设是只要各个国家控制好自已的碳排放，就能实现全球范围内的碳中和。但是，当二氧化碳排放到大气中时，理论上已经分不清国界了。事实上存在一些明显超越国界或者国界模糊的碳排放，特别典型的一个例子是国际航线的飞机和国际海运，以及虽然其二氧化碳排放量并不是太大，但是未来要实现全球碳中和，这也是必须要考虑的内容。再如，某些国家可能对其他国家的高碳产品征收“边境调节税”，征收过程中涉及复杂的碳排放归属的计量问题（尤其是对使用复杂的跨国产业链的产品）。还有一个例子是，在绿色金融领域，据说全球已经有了200多种绿色金融的界定标准，和许多不同的可持续金融的披露要求。这些不同的规范和标准会增加跨境绿色投融资的交易成本，降低绿色金融市场的可信度。如果这样的问题始终谈不拢，将成为全球共识和开展合作的负面因素。

因此，绿色治理也需要体现在国际共识和国际行动中。当前发达国家、发展中国家在气候问题上还有争议，一些具体问题尚无解决方案。比如，发展中国家普遍认为，发达国家对支持后者减排的资金和技术远远不到位；发达国家对发展中国家征收边境调节税的收入应该归谁使用的问题，如果全部用于发达国家的自身，那么实际上不可能实现对发展中国家减碳资金的支持；还有跨境飞机、跨境船舶等在国际领域内的碳排放问题。现状是，对跨境碳排放应予以调控，这相对比较易于达成共识；但收税或收费应进谁的口袋则争议巨大，这就表现出国际共识不够，影响国际行动，也使得全球共同应对气候变化的可信度受到质疑。国际社会应该在全球碳收入和支出方面推动多边管理能力的进一步发展建设，使得跨国界的碳排放或者有争议的碳排放，能够通过多边治理机构和它所建立的机制加以解决，这些收入最终应该百分之百用于碳减

排，发展新能源或者碳沉降。此外，绿色金融的国际合作也应该聚焦于提升国际绿色金融标准和披露要求的可比性和一致性。在这个领域，由中国人民银行和美国财政部担任共同主席的G20可持续金融工作组有望推动取得积极的成果。

四、我国有条件的地区可以规划提前实现碳中和的路径和绿色金融支持方案，以形成示范

中国是全球碳排放最多的国家，国内各地区的情况也各不相同。有的地区的经济结构以传统能源为主，同时缺少资金、技术和人才，转型的难度较大；有些地区聚集了较多的低端、高碳的制造业，也面临着较大的转型挑战；有些较为发达的地区已经以服务业和高端制造业为主，且林地覆盖率较高，聚集科技研发和资金的能力较强，有望在全国率先实现碳达峰和碳中和。另外，各地能否合理规划碳达峰碳中和并落实这些规划，在相当程度上取决于地方主要领导对此问题的理解和认识，尤其是如何理解碳中和总体目标与各个主要行业之间减碳路径的关系，如何设计和使用激励机制来调节涉碳经济行为，如何用市场手段（如碳交易市场、碳税、绿色金融工具）来动员社会资本参与绿色投资，以及如何用有限的公共资源高效支持绿色低碳科技发展。

要在不长的时间之内，让全国各级政府的主要负责人对这些问题有一个比较清晰的认识，光讲抽象的原则、目标和重要性还不够，需要有一些具体的示范项目，包括在省级、地市级层面规划碳中和与绿色金融路线图的方法学样本，以及在地市和县级层面规划低碳、零碳示范园区的样本。通过这些示范，可以向其他地区展示主要高碳产业（如能源、交通、建筑、工业）的减碳路线应该如何协调并最终与碳中和整体目标相吻合；各类减碳的政策和措施之间是如何产生其交互作用的；各类绿色技术和绿色项目在产业减碳过程中能发挥多大的作用；应该如何构建一个绿色金融体系以满足碳中和所带来巨大的融资需求。

重庆碳中和与绿色金融路线图研究

在重庆市前副市长李波的支持下，由马骏博士和马天禄主任主持的《重庆碳中和与绿色金融路线图研究》项目经过课题组一年多的努力，其成果现在由中国金融出版社正式出版了。重庆作为我国的一个重要的现代制造业基地和森林覆盖率较高的地区，如果科学规划其碳达峰碳中和的路径，大力投资于绿色和低碳科技，建立一套以政府激励为引领、市场为基础、数字技术为支撑的绿色金融政策和产品体系，充分发挥碳市场的功能，就有望在国内较早实现碳中和目标，为其他地区提供有益的示范和参考。我在此衷心祝贺本书的出版，并将其推荐给对碳中和及绿色金融话题感兴趣的各类读者。

2021年5月于北京

（作者为博鳌亚洲论坛副理事长、
中国人民银行前行长）

2020年9月22日，中共中央总书记、国家主席习近平在第七十五届联合国大会一般性辩论发言中宣布：“中国将提高国家自主贡献力度，采取更加有力的政策和措施，二氧化碳排放力争于2030年前达到峰值，努力争取2060年前实现碳中和”。这一里程碑事件是中国对构建人类命运共同体的实质承诺，也指明了中国经济绿色低碳转型的战略方向。2020年12月，中央经济工作会议将“做好碳达峰、碳中和工作”作为2021年八大重点任务之一，要求“抓紧制订2030年前碳排放达峰行动方案，支持有条件的地方率先达峰”。我们认为，为了贯彻落实习总书记关于中国碳达峰和碳中和的愿景，部分有条件、有创新能力的地方有必要开始规划率先碳达峰和在21世纪中叶碳中和的发展规划，对其他地方形成示范效应。

本课题组自2019年12月启动《2050美丽重庆愿景：重庆市碳中和^①路径与绿色金融路线图》（以下简称《2050美丽重庆愿景》）专题研究，具体回答了三个问题：重庆设立碳排放提前达峰、中长期近零排放^②乃至实现碳中和（即净零排放）的可行性；以碳排放提前达峰和2050年实现近零排放、2060年之前实现碳中和为目标，如何确定在能源、工业、建筑和交通行业的减排路线图并估算绿色低碳投资需求；给定重庆中

① 借鉴欧盟《绿色新政》中的概念，本书中所用的“碳中和”概念指的是温室气体的净零排放，也就是“碳排放”和“碳汇”体量相等，增减平衡；本研究中“碳排放”若无特殊说明均指所有温室气体，涵盖二氧化碳、甲烷、氧化亚碳、氢氟碳化物、全氟化碳和六氟化硫，以CO₂表示；本研究中部分测算只针对“能源相关二氧化碳排放”，以CO₂表示。

② 近零排放是指“碳排放”的超低水平，接近实现“净零排放”。

期绿色低碳投融资需求，如何构建绿色信贷、债券、基金、股市等渠道的融资安排，以及支持这些绿色金融产品与工具发展所需要的界定标准、激励政策、披露要求、机构设置、能力建设和组织保障等措施。

我们的研究表明，重庆有条件在2028年左右实现碳排放达峰^①，在2050年达到近零排放（比2020年碳排放下降85%以上），有潜力于2060年前在国内率先实现碳中和；提出2028年碳排放提前达峰目标和2060年前率先碳中和愿景，有利于明确重庆经济高质量发展的核心内容以及具体落地的抓手，为国内其他地区的绿色低碳发展提供创新示范模式，在国际上展示中国落实《巴黎协定》、推动人类命运共同体建设的实质承诺；率先实现碳中和的关键在于尽早规划主要产业的长期减排路径，明确相关的技术和投资需求，并采取切实措施组织绿色金融产品、标准、激励机制和其他配套资源协同支持这些减排行动。

为了实现碳排放提前达峰和率先碳中和，重庆在绿色低碳产业发展和技术布局方面应实现以下突破：加速淘汰落后产能、提高工业能效，促进投资、引进高质量制造业，推进公路交通电动化进程达到并超过国内先进地区水平，重点支持公路货运和内河航运低碳清洁化改造，发挥超低能耗和近零排放建筑规模化发展优势，拓展外购绿电并停止新建煤电厂，继续扩大造林面积提高森林蓄积量，提前布局绿色氢能综合产业链、工业零碳零废化的研发和试点等。

我们对绿色融资需求的估算表明，若要实现碳排放提前达峰目标和率先碳中和愿景，按绿色金融口径计算，未来十年（2021—2030年）重庆的绿色投资累计需求（按2018年不变价）将达到约3.1万亿元，意味着这十年内绿色投资年均增速应该达到13.7%，比GDP年均增速约高出近8个百分点。未来十年内，绿色投资虽然占固定资产投资的平均比重

^① 我国对国际承诺的碳排放达峰目标是指能源相关二氧化碳排放达峰。本研究结果显示重庆的能源相关二氧化碳排放趋势和全部温室气体排放趋势的达峰年份趋同。

约为17%，但是对固定资产投资增长的贡献将达到36%。与参考路径相比（假设现行政策不变），在近乎零路径下由于额外绿色投资所创造的绿色经济活动，可以将重庆未来十年的年均GDP增长潜力提升约0.5个百分点。

为了实现碳排放提前达峰目标、率先碳中和愿景以及持续改善生态环境，重庆市应该建立能够满足主要产业中长期绿色低碳投资需求的绿色金融体系，包括以下核心内容：

一、明确支持中长期绿色低碳发展的绿色金融目标。经过5年左右的努力，基本建立组织多元、产品丰富、政策有力、运行高效的绿色金融服务体系和激励机制，绿色融资规模快速增长，绿色信贷余额突破1万亿元，余额占比居全国前列。

二、推动绿色金融对接全市绿色低碳发展目标。拟定碳排放总量控制、碳排放提前达峰以及碳中和等目标；并将目标落实到主要产业的中长期绿色发展规划和区域布局；根据减排目标任务，识别实体经济绿色化机会，编制绿色产业和重点项目投融资规划；制定绿色金融与绿色制造、绿色建筑、绿色交通、绿色能源等协同发展的“1+N”行动方案和措施。

三、建立绿色产业规划与绿色金融发展规划之间的协调机制。制定一系列绿色低碳产业、产品和绿色金融标准体系；建立绿色项目与绿色融资渠道的协同机制；打造服务于绿色项目和绿色资金的对接平台。

四、建立强有力的绿色金融激励机制。市政府每年从财政预算支出30亿元，综合运用绿色产业基金、绿色贷款和绿色债券贴息、担保费补贴、绿债认证补贴、风险补偿、应急转贷、奖励补助等财政政策工具，鼓励企业投资于绿色项目。鼓励金融机构、类金融机构积极开展绿色信贷产品和服务创新，增强对绿色融资的担保能力和风险缓释能力，提升企业和金融机构的环境与气候信息披露水平。

重庆碳中和与绿色金融路线图研究

五、建立以数字化为基础的绿色金融基础设施。建立绿色项目（企业）信息共享系统，利用现代AI数字科技，强化绿色项目的环境效益透明度。建立全口径绿色金融数据采集与监测分析系统和绿色金融发展与监管评价系统。

六、创造符合绿色低碳目标的绿色金融产品和服务体系。鼓励设立绿色金融事业部或绿色专营分支机构，引进或新设各类绿色发展基金、绿色融资担保、再担保机构和绿色金融中介机构。积极发展能效信贷、绿色债券和绿色资产证券化，开展环境权益抵质押融资，探索蓝色债券、碳金融、环境污染责任保险、绿色建筑保险和转型融资等创新型产品，发展绿色供应链融资。鼓励创投基金孵化绿色科技企业。优化升级重庆碳市场，将控排范围扩展到工业、交通和建筑等重点行业，同时将农林行业作为自愿减排和碳汇开发的重点领域。

声明：本报告的分析结论和政策建议为课题组成员的研究成果，不代表重庆市政府或其他监管机构的官方观点。

第一篇 总论及研究方法	1
第1章 总论	3
1.1 背景	5
1.2 重庆明确碳达峰目标和碳中和愿景的深远意义	7
1.3 重庆提前碳达峰和在2050年左右实现近零排放的可行性	11
1.4 重庆实体经济绿色低碳转型战略建议	30
1.5 构建以绿色低碳发展为导向的绿色金融服务体系	38
第2章 研究方法	47
2.1 研究框架	49
2.2 绿色低碳转型目标路径研究	50
2.3 估算绿色低碳投资需求的方法学	55
2.4 绿色金融路线图的构建方法	59
第二篇 实体经济绿色低碳转型路径	61
第3章 综合分析	63
3.1 重庆碳排放可以在2030年前达峰、2050年左右实现近零排放	65
3.2 重庆终端部门减排潜力得以充分挖掘、能源需求逐步达峰	67
3.3 重庆的能源结构更加清洁，绿色氢能将发挥一定作用	69
3.4 重庆电力格局将以清洁电力为主，全社会电气化水平显著提高	70
3.5 重庆常规污染物排放显著下降	72
3.6 重庆绿色低碳转型的经济效益明显	74

第4章 电力	77
4.1 电力绿色低碳发展前景和潜力分析	79
4.2 主要减排途径	86
第5章 工业	91
5.1 工业绿色低碳发展前景和潜力分析	93
5.2 主要减排途径	101
第6章 交通	105
6.1 交通绿色低碳发展前景和潜力分析	107
6.2 主要减排途径	115
第7章 建筑	121
7.1 建筑绿色低碳发展前景和潜力分析	123
7.2 主要减排途径	129
第8章 农林	133
8.1 重庆农林部门绿色低碳发展前景	135
8.2 主要减排途径	140
第三篇 绿色金融路线图	143
第9章 绿色金融综述	145
9.1 发展成果回顾	147
9.2 绿色融资渠道及投资需求分析	155
第10章 碳市场	165
10.1 碳市场建设背景	167
10.2 中国碳市场建设进展	169
10.3 重庆试点碳市场建设情况	171

10.4	服务全市碳中和目标的重庆碳市场发展思路	174
10.5	配套政策建议	175
第11章	绿色信贷	179
11.1	重庆绿色信贷面临的问题与不足	181
11.2	绿色信贷产品投放和创新建议	184
11.3	绿色金融专营机构建议	186
11.4	配套政策建议	187
第12章	绿色债券	191
12.1	绿色债券整体情况	193
12.2	重庆市绿色债券案例及潜力分析	194
12.3	产品与服务建议	196
12.4	推动绿色债券发行的政策措施	198
第13章	绿色保险	201
13.1	全国绿色保险发展情况	203
13.2	重庆市绿色保险产品进展及问题	205
13.3	对发展绿色保险产品与服务的建议	207
13.4	对配套政策的建议	211
第14章	保险资管	213
14.1	保险资金投资绿色产业的整体情况	215
14.2	保险资金投资绿色产业的路径	216
14.3	重庆市保险资金绿色运用的案例及潜力分析	218
14.4	保险资金投资重庆绿色产业的可借鉴案例和建议	220
第15章	绿色基金	225
15.1	全国绿色基金发展情况及案例	227

15.2	重庆市绿色基金发展现状及问题	228
15.3	绿色基金支持重庆市绿色低碳发展的建议	231
第16章	绿色上市融资	239
16.1	国内外发展现状及经验	241
16.2	重庆现状分析	242
16.3	绿色企业上市发展目标	244
16.4	政策及市场设计建议	245
	附录	251
	参考文献	253
	鸣谢	257

重庆碳中和与绿色金融路线图研究

第一篇

总论及研究方法





总 论

1.1 背景

党的十八大以来，中国在推动生态文明建设和绿色发展方面取得了举世瞩目的成绩。近年来，我国也初步建立了一个绿色金融体系，为绿色产业提供了大量融资。2020年9月22日，中国经济绿色低碳转型迎来了新的起点：中共中央总书记、国家主席习近平在第七十五届联合国大会一般性辩论中宣布，“中国将提高国家自主贡献力度，采取更加有力的政策和措施，二氧化碳排放力争于2030年前达到峰值，努力争取2060年前实现碳中和”。作为首个提出碳中和目标的发展中大国，这一里程碑事件是中国对构建人类命运共同体的实质承诺，也指明了我国绿色发展的新的战略方向。2020年12月，中央经济工作会议将“做好碳达峰、碳中和工作”作为2021年八大重点任务之一，要求“抓紧制订2030年前碳排放达峰行动方案，支持有条件的地方率先达峰”。我们认为，要贯彻落实习总书记关于中国碳达峰和碳中和的愿景，部分有条件、有创新能力的地方有必要开始规划率先碳达峰和在2050年前后碳中和的发展规划，对其他地方形成示范效应，以保证全国在2060年之前实现碳中和。

重庆位于“一带一路”和长江经济带的联结点，是西部大开发的重要战略支点。习近平总书记关于“推动长江经济带发展，建设长江上游

重要生态屏障，成为山清水秀美丽之地”的重要论述明确了重庆长期发展的战略定位。2019年4月，习近平总书记视察重庆时要求其“在推动长江经济带绿色发展中发挥示范作用”。目前，重庆人均国民生产总值超过1万美元，已经处于高质量发展的起点阶段。未来一段时间，重庆市应该根据习近平总书记关于碳达峰、碳中和的庄严承诺和关于长江经济带绿色发展的重要指示，深入探讨重庆经济向低碳绿色转型的具体路径，包括绿色金融在推动绿色转型过程中可以发挥的关键作用，争取成为我国率先实现碳达峰和碳中和的示范地区。

本课题的研究旨在回答以下三个问题：

第一，重庆设立碳排放提前达峰和中长期近零排放^①，乃至实现碳中和（即净零排放）的可行性；

第二，以碳排放提前达峰和2050年近零排放为目标，如何确定在能源、工业、建筑和交通行业的减排路线图并估算绿色低碳投资需求；

第三，给定重庆中长期绿色低碳投融资需求，如何构建绿色信贷、债券、基金、股市等渠道的融资安排，和支持这些绿色金融产品与工具发展所需要的界定标准、激励政策、披露要求、机构设置、能力建设和组织保障等措施。

我们的研究表明，重庆有条件在2028年左右实现碳排放达峰，在2050年达到近零排放（比2020年碳排放下降85%以上），有潜力于2060年前在国内率先实现碳中和；制定2028年碳排放提前达峰目标和2060年前率先碳中和愿景，有利于明确重庆经济高质量发展的核心内容以及具体落地的抓手，为国内其他地区的绿色发展提供创新示范模式；率先实现碳中和的关键在于尽早规划主要产业的长期减排路径，明确相关的技术和投资需求，并采取切实措施组织绿色金融产品、标准和激励机制和其他配套资源协同支持这些减排行动。

^① 本书中的“近零排放”是指碳排放的超低水平，即接近“净零排放”的意思。

本报告是首个省级行政区探索实现碳中和的行动路线图，是落实习近平总书记关于“2060年前实现碳中和”这一愿景的有益尝试，是展示中国地方政府支持落实《巴黎协定》、参与人类命运共同体建设的实际行动。

1.2 重庆明确碳达峰目标和碳中和愿景的深远意义

应对气候变化是我国生态文明建设和绿色发展的核心内容；习近平总书记多次明确表示应对气候变化“不是别人要我们做，而是我们自己做”“坚决支持《巴黎协定》，是一个不可逆转的进程，是在气候问题上采取强有力行动的标尺”^①。党的十九大报告指出，中国要“引导应对气候变化国际合作，成为全球生态文明建设的重要参与者、贡献者、引领者”。

2015年，中国在向联合国提交的《强化应对气候变化行动——中国国家自主贡献》中确定了中国到2030年的自主行动目标：二氧化碳排在2030年左右达到峰值并争取尽早达峰；单位国内生产总值二氧化碳排放比2005年下降60%~65%，非化石能源占一次能源消费比重达到20%左右，森林蓄积量比2005年增加45亿立方米左右。随即在“十三五”社会经济发展相关规划中，我国提出了一系列具体的国内行动来落实此承诺。根据《巴黎协定》框架下的有关约定，我国需在第二十六届联合国气候变化大会前提交新的《国家自主贡献》和《本世纪中期的减排战

^① 新华网. 中国国务委员兼外长、法国外长、联合国秘书长气候变化会议新闻公报 [EB/OL]. (2019-06-29) [2020-04-05]. http://www.xinhuanet.com/world/2019-06/29/c_1124687935.htm.

略》。习近平总书记在联大发言中提出的目标，明确强化了中国应对气候变化战略的雄心和目标，极大程度上提振了全球经济绿色低碳转型的信心：“中国将提高国家自主贡献力度，采取更加有力的政策和措施，二氧化碳排放力争于2030年前达到峰值，努力争取2060年前实现碳中和。各国要树立创新、协调、绿色、开放、共享的新发展理念，抓住新一轮科技革命和产业变革的历史性机遇，推动疫情后世界经济的绿色复苏，汇聚起可持续发展的强大合力”。

宣布碳中和愿景使中国成为第一个加入“零碳俱乐部”的主要发展中国家。考虑到中国全球第二的经济体量和与“一带一路”国家紧密的贸易和投资关系，这一愿景将对全球低碳转型产生深远影响。欧盟在2019年12月发布的《欧洲绿色新政》中提出2050年实现净零排放，并将通过每年超千亿欧元的投资计划来实现此目标。为了应对新冠肺炎疫情带来的经济危机，欧盟明确提出要实现绿色复苏，其经济刺激计划的核心仍然要服务于绿色新政的远期目标，所有经济刺激行动都要符合“环境无害”原则，承诺30%的财政预算将用于气候变化相关项目等。中国目前的年度碳排放量远超欧盟，因此中国的“零碳”行动所带来的全球影响也会更大。

在各国达成政治共识前，诸多全球大城市已经提前行动，提出碳中和目标和愿景。据不完全统计，目前已有超过100个国家和地区、数百个城市^①在研究或已提出净零碳排放目标及愿景，约四分之一是非OECD国家城市，部分城市名单见表1-1和表1-2。

^① United Nations Climate Change (UNFCCC). Cities, Regions and Businesses Race to Zero Emissions [EB/OL]. (2020-06-05) [2021-01-17]. <https://unfccc.int/news/cities-regions-and-businesses-race-to-zero-emissions>.

表1-1 部分承诺2050净零排放的非OECD国家城市名单

茨瓦内 (南非)	德班 (南非)	库里提巴 (巴西)	达卡 (孟加拉)	基多 (厄瓜多尔)
吉隆坡 (马来西亚)	开普敦 (南非)	达喀尔 (塞内加尔)	迪拜 (阿联酋)	卡拉奇 (巴基斯坦)
阿迪斯亚贝巴 (埃塞俄比亚)	加拉加斯 (委内瑞拉)	达累斯萨拉姆 (坦桑尼亚)	布宜诺斯艾利斯 (阿根廷)	约翰内斯堡 (南非)
安曼 (约旦)	胡志明市 (越南)	麦德林 (哥伦比亚)	圣保罗 (巴西)	河内 (越南)
香港 (中国)	雅加达 (印度尼西亚)	内罗毕 (肯尼亚)	里约热内卢 (巴西)	拉各斯 (尼日利亚)

表1-2 部分承诺2050年净零排放的OECD国家城市名单

阿姆斯特丹	巴塞罗那	曼彻斯特	首尔	伦敦
洛杉矶	纽约	巴黎	东京	华沙

《巴黎协定》的目标是“确保到21世纪末全球平均气温升幅，相比工业革命前水平，低于2摄氏度之内，并努力控制在1.5摄氏度以内”，防止由于气候变化失控带来海平面大幅上升、严重干旱以及极端气候事件概率大幅上升，进而导致全球数亿人口可能成为难民，约50%的物种面临灭绝风险。要达成此目标，需要全球温室气体总排放在21世纪中叶左右实现净零^①。考虑到我国经济社会发展的不平衡，要实现全国2060年前碳中和目标，各地区应制定不同的碳中和时间表，有条件的地区应该早于2060年率先实现碳中和。重庆拥有较高的森林覆盖率、较高的清洁能源占比、经济区位优势和绿色发展战略定位，且近年来持续开展绿色金融改革创新成果显著，若能充分挖掘经济转型升级、高质量发展的潜力，很有可能在2028年甚至更早以较低峰值水平提前实现碳排放达峰；同时，重庆也有条件在我国率先提出并实现本地区2050年左右近零

^① 政府间气候变化专门委员会 (IPCC) 在2018年发布的《1.5℃特别报告》指出，“若实现全球平均温升控制在1.5℃的愿景目标，全球碳排放需要在2050年左右实现净零”。

排放、2060年前在国内率先实现碳中和的愿景。这将与国家2060年碳中和目标相呼应，成为中国乃至世界的绿色发展亮点。

我们认为，重庆明确碳达峰和碳中和目标，并围绕该目标设计产业规划和绿色金融规划，有以下重大意义：

第一，作为中国第一个省级政府对落实《巴黎协定》的实质承诺，彰显中国不但在国家层面，也在地方政府层面积极推进人类命运共同体建设；

第二，作为国内第一个明确提前碳达峰路线图和碳中和愿景的省级地区，将在推动国内低碳发展方面起到重要的引领示范作用；

第三，明确碳达峰目标和碳中和愿景，将有助于持续改善重庆生态环境，降低与碳排放同源的各种污染排放，提升人民生活质量，吸引更多的高端人才和产业（高端服务业、金融业和科技产业）入驻；

第四，绿色低碳发展一旦成为重庆高质量发展的核心内容，将在能源、交通、制造、建筑和金融等行业创造巨大的新动能，并催生一系列与新基建、环境改善、智能制造、节能和资源循环利用等产业领域的科技创新和绿色投资机遇，在传统制造业逐步被淘汰的过程中，保持并提升重庆的长期增长潜力；

第五，以碳达峰和碳中和为引导，规划主要项目融资需求并构建绿色金融服务体系，有助于保证金融真正服务于实体经济高质量增长，防止金融“自我循环、自我膨胀”所带来的金融泡沫和金融风险；

第六，以碳达峰和碳中和为目标规划绿色金融服务体系，将突破过去几年各地绿色金融改革试验区的模式，建立绿色低碳实体经济与绿色金融体系有机结合的新模式，在国内外绿色金融发展过程中将具有更加重要的推广价值。

1.3 重庆提前碳达峰和在 2050 年左右实现近零排放的可行性

重庆在人均GDP、产业结构等宏观经济方面与国家平均水平相近，但人均碳排放却低于全国水平，有机会实现“低排放跨越式发展”模式^①。我们的分析表明，重庆延续现有节能减排、绿色发展政策力度（见图1-1中间线），即可以在“十五五”期间（2026—2030年）实现总体碳排放进入平台期并在2028年左右达峰；重庆若能在现有基础上强化政策措施，扩大绿色投资，促进已经进入市场的绿色技术普及（见图1-1下方线），就有可能以更低排放总量在更早时间达峰，并在2050年左右实现近零排放。这些强化措施包括：支持投资引进高质量制造业，逐步淘汰落后重工业，加快公路交通电动化进程达到国内先进地区水平，加快公路货运和内河航运低碳清洁化改造，推动超低能耗建筑的规模化发展（新建和改造），停止建设并加速退役煤电厂，以可再生能源或外购绿电替代，继续扩大造林面积提高森林蓄积量，推动工业零碳零废化的研发和试点，打造系列零碳示范项目，建立围绕近零排放、绿色金融的国际合作机制等；并探索碳捕获和绿色氢能等前沿技术的研发推广，将有望在2050年左右实现近零排放。

如图1-1所示，参考情景下，重庆温室气体排放总量（二氧化碳当量CO₂e^②）将从现在到2050年持续增长，从2018年的2.33亿吨增加到2050年

^① 杨秀. 1.5℃目标下的城市低碳发展 [EB/OL]. (2019-08-08) [2021-01-17]. https://www.sohu.com/a/332444210_778910.

的3.79亿吨左右。达峰情景下，即重庆在“十四五”和“十五五”期间继续延续现有政策，温室气体排放总量^①可以在2028年左右实现排放达到峰值，峰值水平控制在2.5亿吨左右（能源相关CO₂排放量同样在2028年达到峰值，峰值水平在2.15亿吨左右）；温室气体排放总量随后会在2033年后稳定下降，2050年仍保持和2010年的水平相当。近零情景下，重庆各经济部门温室气体排放总量将从2020年以后进入平台期，并在2030年后进入较快下行通道，在2050年前后，重庆温室气体净排放^②可以控制在2000万吨左右，实现近零排放，有望在2060年前率先实现碳中和。

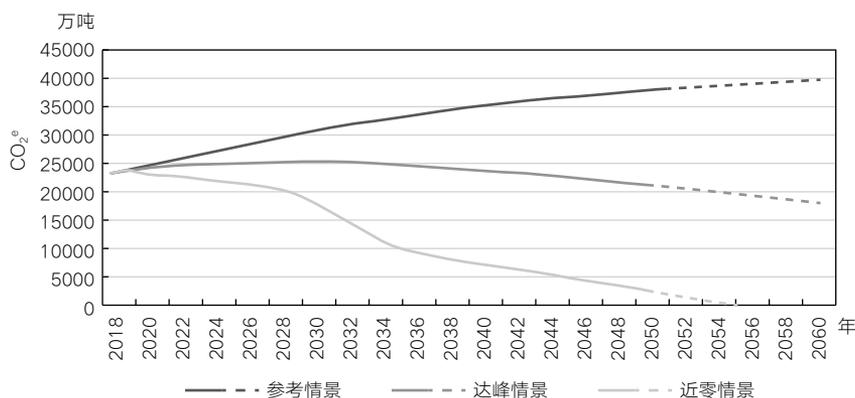


图1-1 不同情景下重庆的CO₂排放量^③

1.3.1 碳达峰和近零排放转型路径与国家及重庆高质量发展目标高度一致

党的十九大报告提出，分两个阶段全面建设社会主义现代化国家。根据清华大学中国经济研究中心的报告^④，这意味着：到2035年基本实现社会主义现代化，中国人均GDP达到美国水平的60%；到2050年全面

① 包括能源相关二氧化碳排放和其他温室气体排放，不包括碳汇。

② 温室气体净排放是温室气体排放总量减去碳汇后的剩余量。

③ 图示为净二氧化碳当量排放，包括能源相关二氧化碳，其他温室气体以及碳汇。

④ 李稻葵. 十九大后的中国经济：从2018到2035和2050 [EB/OL]. (2017-12-21)[2021-01-17]. <http://www.outlookchina.net/html/news/201712/11450.html>.

实现现代化，人均GDP达到美国水平的70%；2050年重庆的人均GDP将有可能超过全国平均水平，达到发达经济体水平。明确提前碳达峰和碳中和愿景，对于重庆在完成经济社会发展目标的同时，实现更高质量的发展有重要意义。重庆的总体经济效率会大大提升，碳生产力大幅度提高；2030年重庆单位碳强度下降率相对于2005年将超过75%（达峰情景）（见图1-2），超过我国《强化应对气候变化行动——中国国家自主贡献》中承诺的60%~65%的水平。

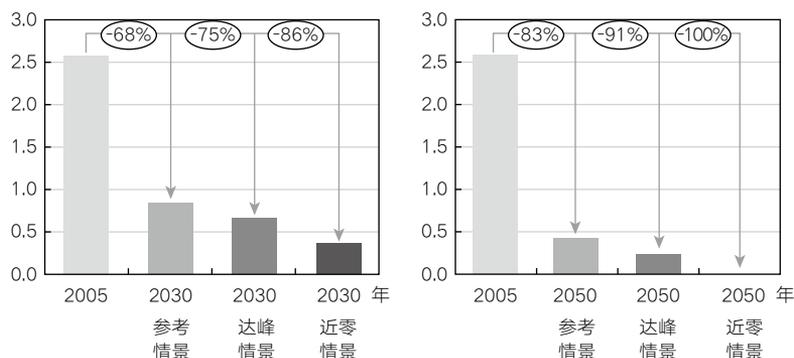


图1-2 不同情景下重庆2030年和2050年能源相关CO₂排放强度变化

优化生态环境、建设美丽重庆需要极大提升环境质量，必须协同控制空气污染和温室气体排放，这意味着经济发展方式和能源消费方式需要有革命性变化。重庆实现2028年碳达峰和2050年近零排放所推动的绿色低碳转型，将有助于大大削减空气污染排放，PM_{2.5}和VOC的排放都呈下降趋势（如图1-3所示）。短期内延续现有政策（达峰情景），主要污染物排放的下降趋势并不十分明显，VOC还会小幅上升，只有采取更强化的减排措施（近零情景），才有可能实现短期内污染物大幅度减排的目标。

更重要的是，发展必须保障人民生活舒适度的不断提升，达到与中上等发达国家相当的水平，这意味着公路、铁路、航空运输需求快速增长，建筑供暖和制冷等领域的电气化水平、能耗以及总体人均电力需求均会大幅度增加。考虑到人口和资源条件，唯有绿色低碳才能实现更高层

面的平衡。比如，重庆所在的夏热冬冷地区，包括农村制冷和城市采暖服务的覆盖率需要在未来20年提高将近一倍^①，提高建筑电气化水平，广泛利用可再生能源，可以较低环境代价实现这一现代化基础设施的要求。

现有关于重庆长期发展战略的宏观研究都体现了绿色低碳转型的紧迫性。比如，世界银行《重庆2035：迈向全球城市》报告，以世界排名前六位的全球城市——伦敦、纽约、巴黎、东京、香港和新加坡为标杆，认为重庆要实现“中国的重庆”向“世界的重庆”的跨越，须由“数量追赶型”的国家城市转变为“质量领先型”的世界城市，迈向高效、包容、宜居、特色的全球化城市。

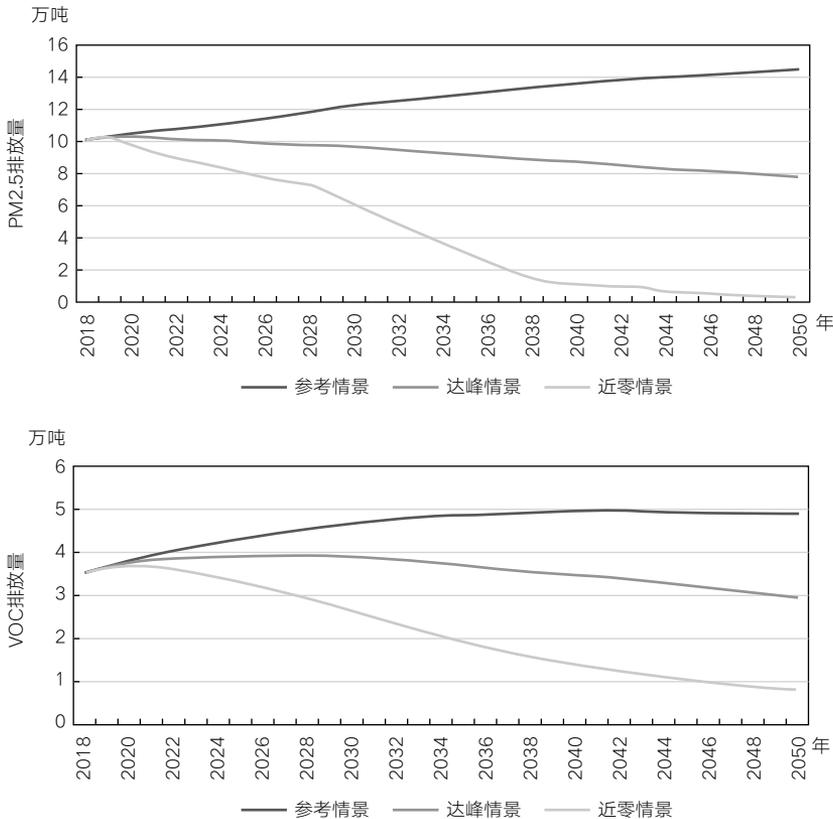


图1-3 不同情景下PM2.5和VOC的排放量变化

① 根据本研究模型结果。

1.3.2 重庆提前碳达峰和实现碳中和的优势条件

重庆提出提前碳达峰目标、明确碳中和愿景，是建立在重庆特有的地理条件、政策环境、产业基础以及战略定位等基础上，体现国内领先性、国际高站位，并具备充分的现实意义。

首先，重庆绿色发展的战略和政策定位清晰。

习近平总书记对重庆的绿色发展寄予厚望，要求重庆加快建设内陆开放高地，成为山清水秀美丽之地，努力推动高质量发展、创造高品质生活，并在推进长江经济带绿色发展中发挥示范作用。重庆当前正深入实施“生态优先绿色发展行动计划”和绿色金融改革创新，围绕生态保护和绿色产业发展等重点目标，推出了包括“绿色金融、绿色建筑、绿色能源、绿色制造、绿色农林与生态旅游”等绿色产业发展规划。重庆也一直是绿色低碳转型的先锋，在“十二五”初期就被确认为国家发改委第一批国家低碳试点城市，全国首批可再生能源建筑应用示范城市，全国首批碳排放权交易试点城市，交通运输部确定的10个低碳交通运输体系试点城市之一，2019年成为第一批交通强国建设试点区域。目前，重庆市正在积极争取全国气候投融资试点。

其次，重庆在能源结构、绿色建筑和森林碳汇方面都优于全国平均水平，具备碳排放率先达峰和实现碳中和的相对优势。

重庆的能源结构优化潜力巨大。依托三峡库区，2018年，重庆非化石能源发电比例为31.5%^①，高于全国平均水平6.1个百分点；外调电占全社会用电量的三成，其中水电比例近80%^②，极大地降低了重庆的电力行业碳排放。重庆地处西部大开发入口，若能进一步提高终端能源电气化率，提高本地和外购电中可再生能源比例，将会极大程度降低电力行业的碳排放。

重庆在绿色建筑、可再生能源建筑规模化以及近零能耗、近零碳排

① 中国电力企业联合会. 2018年全国电力工业统计快报一览表 [EB/OL]. (2019-01-25) [2020-04-05]. <http://news.bjx.com.cn/html/20190125/959410.shtml>.

② 本课题组根据在重庆当地调研中获得的数据的计算结果。

放建筑等方面一直走在全国前列。2019年底，绿色建筑在新建建筑中的比例已经超过80%，可再生能源建筑应用面积突破1500万平方米，走在全国前列。以“近零能耗、近零碳排放”为主要目标的绿色建筑示范项目——悦来生态海绵城市展示中心已经建成。重庆还是利用合同能源管理促进公用建筑节能改造的全国典型，具备机制体制基础。

2019年重庆森林覆盖率为48.3%，位列全国省区第十，比全国平均水平高25.3个百分点，森林植被碳储量约为1.54亿吨，年均碳汇量约为1100万吨，并仍有提升潜力。造林、增加碳汇，优化城市植被等，是“基于自然的应对气候变化解决方案（NBS: Nature Based Solution）”的重要内容；中国作为2019年联合国气候峰会NBS主题牵头国之一，值得在国际社会积极推动重庆建设森林城市的经验。

重庆在某些领域还具备后发优势，有弯道超车的可能性。虽然重庆新能源车发展起步并不晚，但目前电动车的拥有量和市场占有率已经落后于深圳等东部沿海城市；若能借鉴先进地区经验，响应国家发展新基建、新型城镇化的战略号召，提高市场准入标准和金融扶持力度，则有在短期内快速发展的可能。

1.3.3 重庆中长期温室气体减排路径情景分析结论

（1）情景设置

通过分析重庆的社会经济发展战略，对其温室气体的排放趋势，设定了以下几种情景。这些情景采用了相同的GDP增长和人口变化等外生变量。

参考情景（BAU）：为保持现有政策情况下的情景。按照重庆现有政策的延续，以及技术发展规律决定的历史趋势，主要参照IEA《世界能源展望2017》报告中的中国“现有政策情景”相关的碳强度下降趋势。

达峰情景（EP: Early Peaking）：为延续现有政策提升趋势的情景，配合国家温室气体减排自主贡献目标的总体战略。EP情景下，根据国家既定的中长期战略，制订制造业高质量发展、交通强国、建筑高品质发

展、能源革命等具体实施方案，重庆“十三五”期间各种规划的政策延续并且力度会加强；EP同时还会参考IEA《世界能源展望2017》的“新政策情景”。考虑到“达峰”有可能会成为“十四五”和“十五五”期间国家考核地方应对气候变化工作的主要任务，这一部分的政策可执行、可衡量。

近零情景（NZ：Near Zero）：重庆现有政策与实现温升控制在1.5~2℃之间尚有一定差距，因此NZ加上了重庆可采取的技术经济可行的深度减排措施。首先，“高质量发展”和经济结构优化升级，会对碳减排有很大贡献；另外，有些措施是国家中长期战略中已经提出，但重庆还没有采纳的，比如“2050年可再生能源消费过半^①”；有些措施是重庆做得不如其他地区的，比如“大力发展电动车”；有些措施是重庆可以尝试实施的国际经验，比如“提出煤炭退出时间表”。NZ也会参考IEA的“可持续发展情景（2℃目标）”。这部分的政策措施，有些需要提前投资和试点。

（2）重庆未来的能源消费和碳排放特征

①重庆分部门中长期温室气体排放趋势

在达峰情景下，电力部门的CO₂排放将持续呈缓慢上升的趋势，工业部门能源相关CO₂排放在2020年后进入平台期并持续下降，交通部门能源相关CO₂排放将在2035年左右达峰，建筑部门能源相关CO₂排放在2027年出现峰值。

在近零情景下，电力行业的CO₂排放将在2028年达到峰值，随后快速降低，到2040年基本实现净零碳排放；工业部门能源相关CO₂排放在2020年左右达峰，到2050年排放减少到2000万吨左右；交通部门能源相关CO₂排放将在2025年达峰，到2050年下降到800万吨以下；建筑部门能

^① 国家发展改革委，国家能源局. 能源生产和消费革命战略（2016—2030）[EB/OL].（2017-04-25）[2021-01-17]. <http://www.gov.cn/xinwen/2017-04/25/5230568/files/286514af354e41578c57ca38d5c4935b.pdf>.

源相关CO₂在2020年达到峰值，2050年降低到300万吨以下。此情景下，2050年重庆能源相关CO₂排放降低到3000万吨左右，约为2020年的12%。

重庆的非能源相关温室气体排放主要来自工业部门和农业部门，工业部门CO₂以外其他温室气体排放在2050年会降低到1300万吨左右；农业部门CO₂排放在近零情景下会持续下降，排放总量在2050年仍保持在1100万吨左右。重庆的林业部门碳汇能力将稳定微增，在近零情景下，到2050年CO₂排放达到3200万吨以上。因此，近零情景下，考虑碳汇后，2050年重庆温室气体CO₂净排放为2000万吨左右，较2020减排90%以上，实现近零排放。

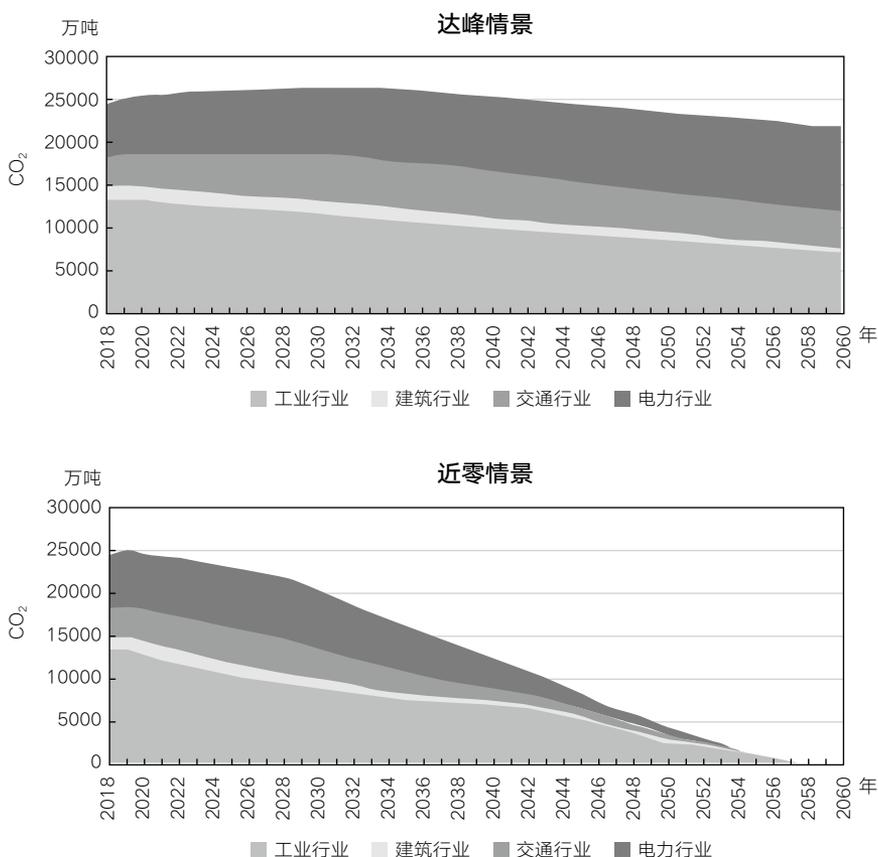


图1-4 达峰情景和近零情景下重庆各行业能源相关CO₂排放趋势

②重庆终端部门减排潜力得以充分挖掘、能源需求逐步达峰

在达峰情景下，重庆一次能源消费量在2035年左右达峰，峰值水平为1.01亿吨标煤（按照热电当量法计算）。其中，工业部门一次能源消费从2020年开始下降，建筑部门在2030年左右达峰，交通部门在2035年左右达峰并进入平台期。在近零情景下，重庆一次能源消费量将在2025年左右达峰，峰值水平为9265万吨标煤（按照热电当量法计算）。其中，工业部门一次能源消费从2020年开始下降，下降速率高于达峰情景，交通部门将在2025年左右达峰，建筑部门在2021年达到峰值。

在达峰情景下，相对于2005年，2030年单位GDP能源强度下降72%，2050年下降89%；在近零情景下，相对于2005年，2030年单位GDP能源强度下降78%，2050年下降94%。

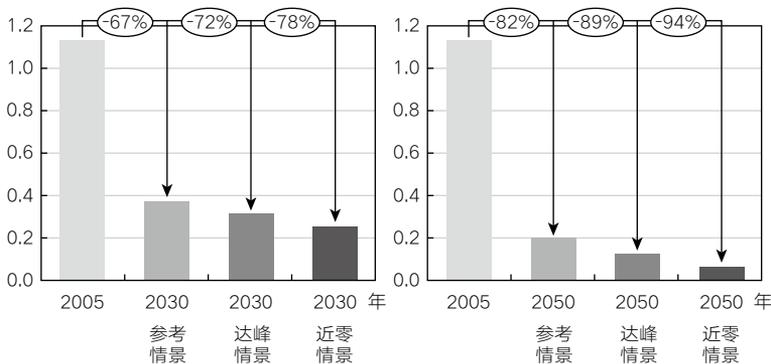


图1-5 不同情景下重庆2030年和2050年单位GDP能源强度降幅（相对于2005年）

③重庆的能源结构更加清洁，氢能将发挥一定作用

与参考情景相比，重庆的能源结构在达峰情景和近零情景下均会继续改善。达峰情景下，重庆的非化石能源占一次能源比重会在2030年增加到23%，2050年达到28%。这基本符合国家现有目标的要求，也可满足重庆现有政策目标。在近零情景下，重庆的非化石能源占一次能源比重会在2030年增加到36%以上，煤炭消费会逐渐退出，到2050年仅作为

备用发电机组或者工业用原料煤。这基本符合《能源生产和消费革命战略(2016—2030)》的要求，但需要重庆制定较为明确的煤炭退出政策，充分释放可再生能源发展潜力。

表1-3 达峰情景和近零情景下非化石能源占一次能源比重

达峰情景非化石能源占一次能源比重(%)				近零情景非化石能源占一次能源比重(%)			
年份	2030	2040	2050	年份	2030	2040	2050
电热当量法	11	13	14	电热当量法	19	43	55
发电煤耗法	23	26	28	发电煤耗法	36	45	75

要实现2050年近零排放，终端消费中，绿色氢能将比在达峰情景中发挥更大作用，逐渐成为工业部门难以电气化的工艺过程以及重型交通工具所依赖的主要能源。交通部门的绿色氢能消费占总能源消费比例在2030年和2050年分别达到3.83%和31%。考虑到重庆制造业在未来较长时间仍然是主要的经济增长点，而重庆作为交通枢纽的战略地位，公路货运仍是长期发展趋势，发展绿色氢能是解决工业和交通部门近零排放的主要路径。发展绿色氢能的减排效果主要在2030年之后体现，但需要在2030年之前开始相关投资。

④重庆电力格局将以清洁能源为主、全社会电气化水平显著提高

随着经济发展和生活水平提高，重庆的人均电力需求还会有极大增长，在近零情景下呈现先增后降的趋势，2050年人均用电量为9000kW·h左右；在达峰情景下人均用电量持续增加，2050年为10000kW·h左右，但仍将低于部分发达国家现有的用电水平^①（如图1-6所示）。与此同时，电力结构相对全国已经比较清洁，在达峰情景和近零情景下将进一步降低化石能源发电比重（如图1-7所示）。在达峰情景下，非化石能源电力占比从2030年到2050年逐渐增加，从48%增加至69%，比参考情景有大幅提升；在近零情景下，非化石能源的

^① 本研究模型结果和世界银行数据库。

装机和发电量都有大幅提升，其中发电量占比在2030年和2050年分别为60%和89%。

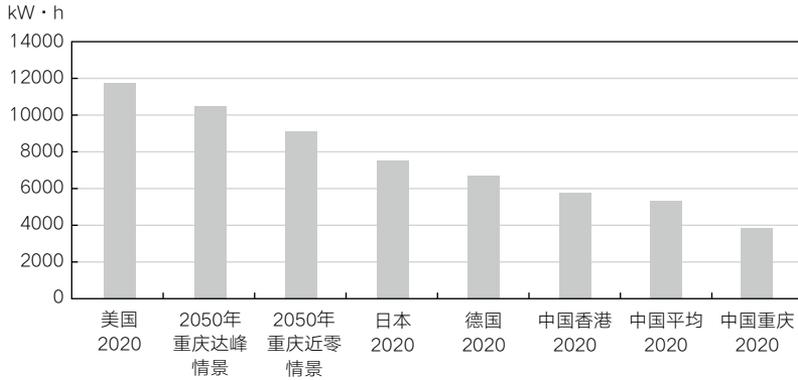


图1-6 人均用电量比较

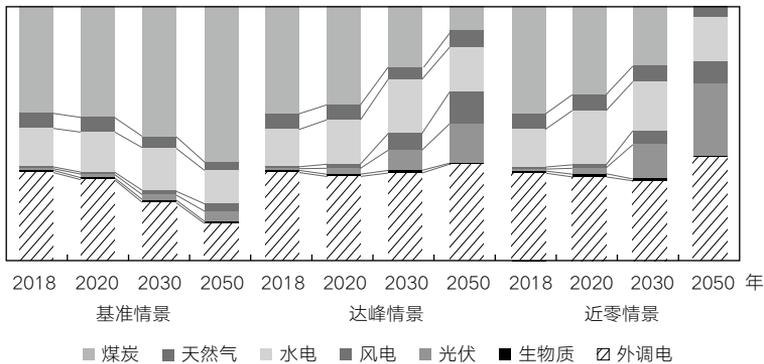


图1-7 不同情景下重庆发电结构变化

提高电气化率是提高能源效率，降低排放的重要途径。在近零情景下，电力消费占终端消费的比例从2018年的18%提高到2050年的58%，比参考情景2018年的水平提高了40个百分点。其中，工业的电气化水平从19%提高到50%；建筑部门的电气化水平从33%提高到80%；交通部门的电气化水平从0.5%提高到44.27%（见图1-8）。

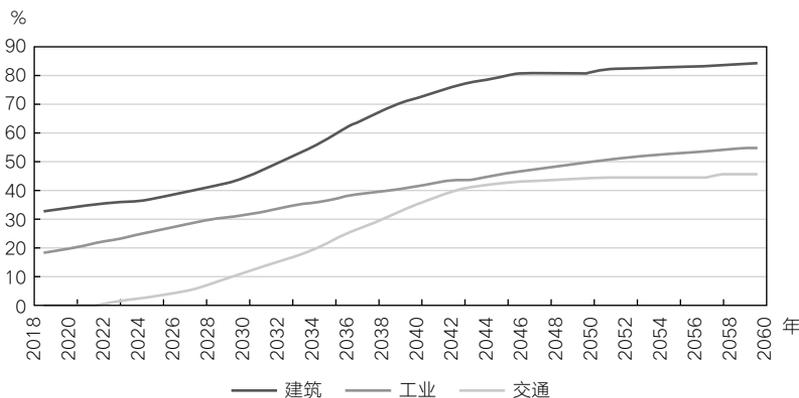


图1-8 近零情景下各部门电气化率

⑤重庆绿色低碳转型具备经济可行性

我们分析了重庆为实现2050年左右近零目标采用的20种措施在2021—2030年的成本、减排效果和额外投资需求，结果如图1-9所示。在这20种措施中，有三分之二属于负成本措施，也就是说在这十年间其直接成本低于节能带来的经济效益，若碳市场扩大到全经济范围，假设碳价格为每吨50~60元人民币^①，会有更多的措施成为负成本措施。

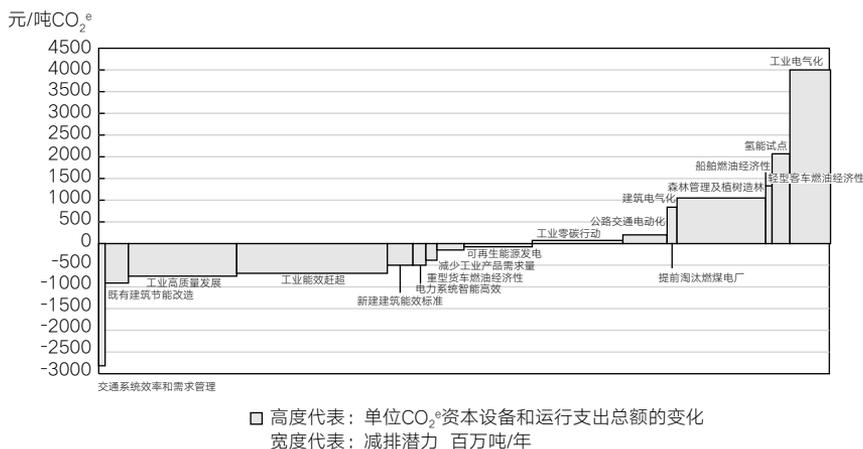


图1-9 重庆主要减排领域和措施成本曲线

^① 2018—2019年碳排放权交易平均碳价。资料来源：SLATER, H., DE BOER, D., 钱国强, 王庶. 2019年中国碳价调查报告 [R]. 中国碳论坛, 2019.

(3) 重庆控制温室气体排放及实现近零排放的主要路径

重庆降低温室气体排放的主要措施为优化经济结构，尤其是高质量发展工业，降低建筑、交通等终端能效水平，提高清洁能源占比。为实现2028年CO₂排放达峰目标，贡献最大的是工业和电力部门，其次为交通和建筑；为实现2050年近零排放，减排潜力主要来自电力和交通部门，其次是工业和建筑。

① 电力

重庆电力领域2050年近零排放的主要路径包括：提前淘汰燃煤电厂、大幅提高可再生能源发电比例、提高外调电比例、实施有效的碳排放权交易、大力推广零碳能源项目、发展“绿色+数字”综合智慧能源系统、提高系统灵活性改造和增加储能装机等。

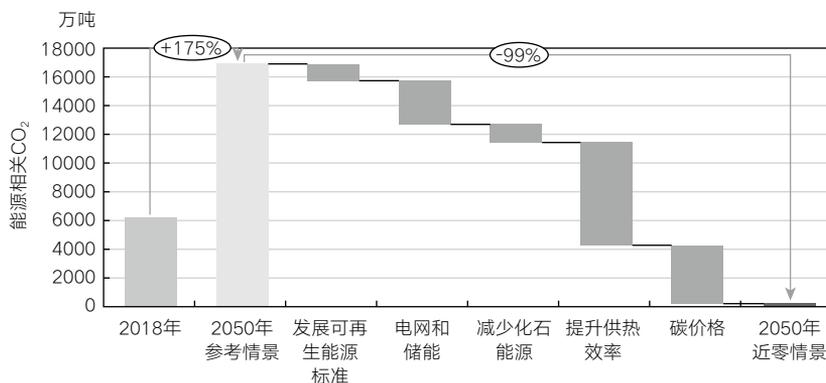


图1-10 近零情景不同政策的减排贡献

② 工业

工业部门是重庆实现节能减碳的关键领域。在现有政策基础上，应对标国内外先进地区，大力提升工业能效，加速工业内部结构升级和转型，推动燃料电气化，提前布局工业零碳零废排试点，减少高耗能产品的不合理需求并增加资源的再生循环利用。2050年温室气体减排贡献从高到低分别是工业电气化政策、工业零碳行动、工业能效提升、工业高质量发展和跨行业政策。

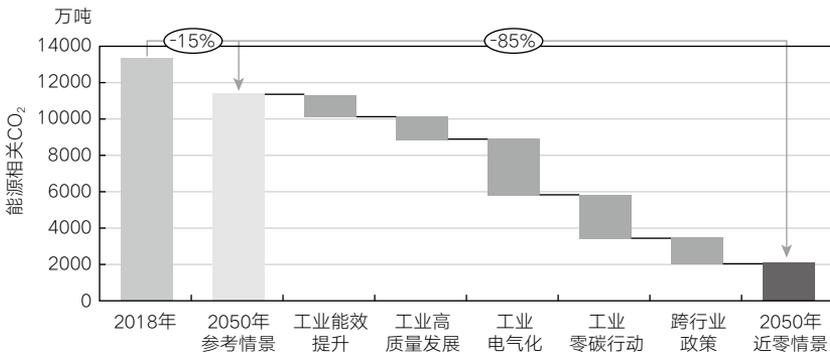


图1-11 近零情景下2050年工业部门各措施的减排贡献分析

③交通

重庆交通部门减排还有极大潜力待挖掘，应对标国内外先进地区，补足短板，大幅度提升交通系统电动化，深化公路货运、内河船舶的绿色高效转型，提前布局绿色氢能交通；虽然绿色氢能交通对于2050年减排贡献最大，但2030年前减排贡献并不明显，但尽早投资不仅可为未来减排做好准备，也会促进行业发展。

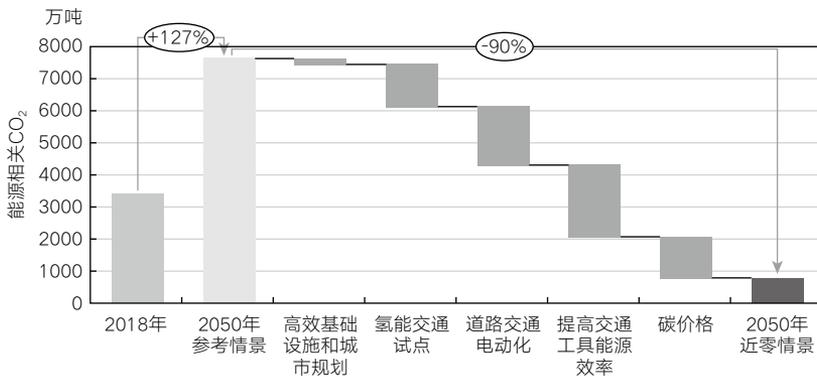


图1-12 近零情景下2050年交通部门各措施的减排贡献分析

④建筑

重庆已经在新建建筑能效、既有建筑节能改造等方面开展了很多工作。未来十年继续按照既定政策方向，建筑部门节能减排将有助于重庆

实现空气质量改善目标和温室气体提前达峰目标。为实现近零排放，需要继续大力提升建筑能效标准，加速建筑领域电气化转型，提高既有建筑节能改造的范围和力度，大力推广低能耗建筑和可再生能源建筑规模化发展。

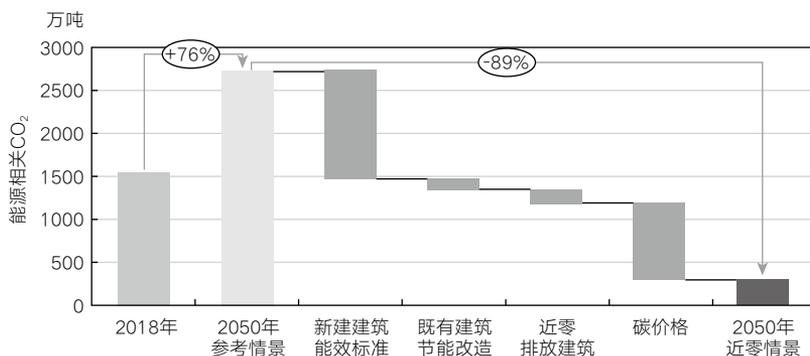


图1-13 2050年近零情景下建筑领域政策的减排贡献

1.3.4 重庆绿色投资需求估算

我们使用两种口径来估算绿色投资需求。第一种是以IEA政策情景和能源政策模拟模型(Energy Policy Simulator, EPS模型)估算的需求，只包括了部分核心产业和部分支出类别。这是一个窄口径。第二种口径是本报告的口径(报告口径)，即以发改委《绿色产业目录》为基础的统计口径，涵盖了全部绿色产业和所有相关支出类别，这是个宽口径。从资金来源看，报告口径的绿色投资需求包括来自绿色金融渠道的融资(包括当年绿色信贷投放、绿色债券发行、绿色基金投资、绿色企业上市融资和增发融资的规模总计)以及公共财政提供的绿色投资，但不包括企业以自身盈利进行的再投资。

本书首先以模型口径估算了实现重庆绿色低碳转型的绿色投资需求，主要由两部分构成：低碳投资和环保投资。“环保投资”是指环境污染治理投资，“低碳投资”是指能源供应以及工业、建筑、交通等终

端能源部门低碳化所需的建造、安装工程和购置设备的支出以及林业投资。本书采用两种不同方式来分别估算环保投资和低碳投资需求，环保投资是基于统计数据和文献研究进行趋势外推来估算，低碳投资采用文献研究和模型工具相结合的方法来估算。

在参考路径（即政策不变情景）和近零路径（即争取2050年左右实现近零的政策情景）下，模型口径下重庆2021—2030年绿色投资累计需求分别为8553亿元和16394亿元，年均投资占当年GDP比重分别为2.77%和5.36%。参考路径下，低碳投资和环保投资需求的比例分别为46%和54%，而近零路径下的比例分别为51%和49%（见表1-4）。

表1-4 模型口径重庆2021—2030年绿色投资需求估算（2018年价）
（单位：亿元）

情景	类别	累计投资	年均投资	占GDP比例
参考路径（BAU）		8553	856	2.77%
	环境污染治理	4578	458	1.48%
	林业投资	866	87	0.28%
	低碳能源	3109	311	1.01%
近零路径（NZ）		16394	1639	5.36%
	环境污染治理	8013	801	2.59%
	林业投资	1114	111	0.36%
	低碳能源	7267	727	2.41%

若以报告口径估算绿色投资需求，需要将模型估算出的投资需求进行转换。经计算，近零路径下2021—2030年重庆市报告口径的绿色投资累计需求为3.1万亿元，2021—2050年的绿色投资累计需求为15.3万亿元（2018年不变价）。详细预测结果见表1-5。

表1-5 报告口径重庆绿色投资需求预测（2018年不变价）

（单位：亿元）

年份	近零路径		参考路径	
	年投资额	投资增速	年投资额	投资增速
2019	1131	N/A	1131	N/A
2020	1370	21.1%	1198	5.9%
2021	1615	17.9%	1267	5.8%
2022	1875	16.1%	1339	5.7%
2023	2160	15.2%	1413	5.6%
2024	2470	14.4%	1490	5.4%
2025	2805	13.6%	1570	5.3%
2026	3170	13.0%	1652	5.2%
2027	3565	12.5%	1737	5.1%
2028	3995	12.1%	1824	5.0%
2029	4460	11.6%	1915	4.9%
2030	4963	11.3%	2008	4.9%
2021—2030年累计	31078	13.7%（年化）	16214	5.3%（年化）
2031—2040年累计	49374	N/A	25759	N/A
2041—2050年累计	72825	N/A	37994	N/A
2021—2050年累计	153277	N/A	79968	N/A

1.3.5 重庆绿色投资对经济增长的贡献

我们的估算表明，若要实现2050年左右近零排放的愿景，按报告口径计算（下同），未来十年（2021—2030年）重庆的绿色投资累计需求（按2018年不变价）需达到约3.1万亿元，即这十年内绿色投资年均增速应该达到13.7%，比GDP年均增速高出近8个百分点。未来十年内，绿色投资^①虽然占固定资产投资的平均比重约为16.8%，但是对固定资产

^① 指固定资产口径的绿色投资，其增长率按报告口径绿色投资预测值计算。2019年（初始年份）的绿色固定资产投资根据当年绿色固定资产投资占全部固定资产投资比重（假设与绿色信贷占全部信贷比重相同）以及当年固定资产投资总额计算。

投资增长的贡献将达到36%。假设绿色投资带来的绿色生产和绿色消费在重庆经济中的占比也同步提高，这意味着绿色投资将成为重庆未来十年内经济增长动力的近一半。我们估算的结果显示，与参考路径相比，在近零路径下额外绿色投资及其带来的绿色经济活动可以将重庆未来十年的年均实际GDP增速提高约0.5个百分点^①。

表1-6 不同路径下绿色投资对固定资产投资和经济增长的贡献
(2018年不变价)

(单位：%)

年份	近零路径			参考路径		
	绿色固投占固定资产投资比例	绿色固投增量占固定资产投资增量比例	GDP增速	绿色固投占固定资产投资比例	绿色固投增量占固定资产投资增量比例	GDP增速
2021	11.8	30.1	6.3	9.4	9.4	5.8
2022	12.9	30.6	6.2	9.4	9.4	5.7
2023	14.0	32.2	6.1	9.4	9.4	5.6
2024	15.1	33.5	6.0	9.4	9.4	5.4
2025	16.2	34.8	5.9	9.4	9.4	5.3
2026	17.3	36.4	5.8	9.4	9.4	5.2
2027	18.4	38.0	5.7	9.4	9.4	5.1
2028	19.5	39.8	5.6	9.4	9.4	5.0
2029	20.7	41.4	5.4	9.4	9.4	4.9
2030	21.8	43.3	5.4	9.4	9.4	4.9
2021—2030年平均	16.8	36.0	5.8	9.4	9.4	5.3

资料来源：课题组模型测试。

^① 额外绿色投资是指近零路径下的绿色投资与参考情景下绿色投资的差额，此数值扣除了近零路径下煤电及部分化工、钢铁、水泥、有色等高排放产业的投资下降部分。

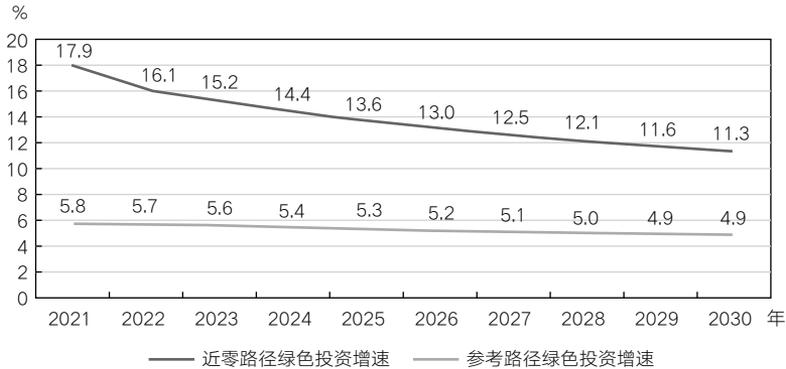


图1-14 近零路径和参考路径下2021—2030年绿色投资增速

1.3.6 重庆绿色项目融资渠道

根据对重庆市未来主要绿色项目类型的分析以及金融市场发展的趋势（即逐步降低银行类间接融资占比，提高债券、股票等直接融资渠道占比），我们对未来十年内各类绿色融资工具的构成做了示意性展望。我们估计，在未来十年内由金融体系所提供的绿色融资中，绿色信贷可能占绿色融资总规模的75%（目前为90.7%），绿色债券占12%（目前为6.4%），保险资金占4%（目前为1.4%），股市融资占4%（目前为1.4%），基金融资占5%（目前几乎为零）。这意味着为了实现近零目标，未来十年内绿色债券融资、保险业绿色投资、绿色企业从股市融资和绿色基金投资的增速应该远远超过绿色投资的平均增速（年均13.7%）。

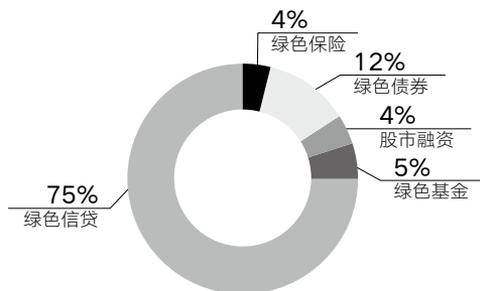


图1-15 2021—2030年绿色融资来源构成示意图

表1-7 重庆市绿色产业适用的绿色融资方式

融资方式	适用领域
财政资金及政策性贷款	可支持电力、城建等重点行业的基础设施建设及产业园建设等
商业银行绿色贷款	可综合用于各类项目
绿色债券	政府债券主要用于建设规模较大的公益性和准公益性基础设施项目，企业类债务融资工具可用于商业性项目
绿色保险	应用于收益稳定、期限较长的低风险类债权类项目，如能源、交通和环保类项目
绿色信托、融资租赁	广泛应用于基础设施建设，如交通运输和建筑项目
股权融资	应用行业广泛，适用于成长性较高、有IPO和并购意向的企业和项目，如CCUS等新兴技术
项目融资（PPP）	主要应用于市政、交通等准经营性基础设施建设

1.4 重庆实体经济绿色低碳转型战略建议

在对重庆绿色低碳发展情景和路径进行全面梳理的基础上，我们以2050年实现近零排放和2060年之前率先实现碳中和为目标，提出如下主要战略和政策建议。

1.4.1 战略愿景

明确2028年左右碳排放提前达峰目标：配合国家战略部署，制订详细的《重庆碳排放提前达峰行动方案》，指导2021—2030年的减排政策和措施，明确2028年左右提前达峰的目标；建议重庆在“十四五”相关规划中纳入温室气体排放总量控制目标，确保温室气体排放控制力度。

提出2050年近零排放和2060年前率先碳中和愿景：建议提出《重庆21世纪中期碳中和及绿色低碳转型战略规划》，确定重点减排领域实现

零排放的目标时间、重要零碳措施进程和零碳试点规划等，比如2040年左右实现电网近零排放和私人汽车上市新车全电动时间表、煤炭退出时间表等。

1.4.2 主要领域的政策措施

重庆实体经济绿色低碳转型主要涉及工业转型、清洁能源、绿色交通、低碳建筑等领域。我们对这些领域的政策建议如下：

(1) 电力转型

重庆应发挥地处三峡库区的资源优势，进一步提升电力系统清洁化的雄心；建议重庆编制《重庆能源生产和消费革命实施方案》，或者在《“十四五”电力发展规划》中制定不低于国家《能源生产和消费革命战略（2016—2030）》的发展目标，力争成为国家清洁能源发展的排头兵，在2040年左右实现电力系统近零排放。为此，需要深度论证在高比例新能源装机下电网运行的安全性和灵活性，研究提出可行的火电替代电源方案，研究辅助服务市场机制，确保调节及储能电源的发展具备可持续性。

煤电低碳转型：确保完成电厂超低排放改造，逐步关停30万千瓦以下煤电机组，对30万~60万千瓦亚临界机组进行灵活性改造，坚决停止新增煤电机组投资。适时制定开创性的煤电退出路线图，到2050年左右，基本实现市域范围煤电清零的革命性目标。

深度挖掘清洁能源发展潜力，以外购电和可再生能源发电满足用电需求增量：根据过去几年可再生能源实际发展速度超过规划目标的现实情况，在“十四五”和“十五五”期间大力提高可再生能源发展目标，至少应该在“十三五”增量目标基础上翻一番；建议适时制定地区性《高比例非化石能源发展规划》，深化激发重庆可再生能源技术和经济可开发潜力；增加对川电、三峡等清洁电力的输送能力和购买量，达到能源安全与清洁的双赢目标；进一步引导绿色投资加大对风能、分布式

光伏、生物质能、热泵等清洁能源技术的支持力度。

提高能源系统高效运行能力：能源清洁转型离不开系统运行能力的提升，包括电网输电效率、智能程度，对可再生能源的消纳能力等；加强对储能、智能电网、需求侧响应的投资，完成国家可再生能源电力消纳总量责任权重、非水电消纳责任权重，积极参与国家电力市场改革的一系列试点示范，确保电力系统清洁转型。

打造一批以“绿色+数字”为理念的零碳能源示范项目：综合分析重庆市的资源禀赋，在能源供给侧实施清洁能源替代，以社区、商业综合体等人流集中且能源消费旺盛的区域为单位，面向终端用户电、热、冷、气等多种用能需求，因地制宜、统筹开发，通过多能耦合互补，搭建区域微能网，提高综合能源使用效率，降低能源总成本，为区域提供低成本、高效率、安全可靠的综合能源供给。

（2）工业转型

工业向高附加值、低排放、零废弃等方向的转型是全球绿色低碳发展的重点和难点。建议重庆借助工业绿色化、数字化大势，将能效赶超、高质量制造业、清洁生产、零废弃工业设计、电子信息产业等一系列目标和政策整合，制定综合整体的工业转型战略，梳理投资重点，提出工业碳排放减量化目标，建立工业绿色节能项目库，对接绿色金融工具，引导发展模式转型。

绿色投资和重点企业能效赶超计划紧密结合：投资节能技术改造是环境效益最好的绿色产业项目类型，相比基础设施建设，节能技术改造在短期内就能产生减排效果，并提供大量中等技术就业机会。工业节能也是实现重庆环境和温室气体减排目标的优先领域，应该将绿色金融规划和重庆能效提升三年规划紧密结合，进行规模以上重点工业企业的逐个评估，筛选绿色节能项目库，真正发挥绿色金融助力实现环境目标的作用。

工业高质量发展：大力淘汰落后产能，建立并完善产能过剩行业利用率跟踪预警机制；严格环保、能耗、质量、安全、技术等标准。除了化工行业，重庆可以逐步压缩其他高耗能行业生产规模，提出工业碳减排量化目标。把握制造业高质量发展机遇，与此同时严格执行工业能效和碳排放准入机制。

工业零碳零废试点：工业低碳转型是应对气候变化的难点，但可以产生重要的产业机遇，比如《欧洲绿色新政》支持通过绿色氢能利用实现水泥钢铁制造的低碳化发展。作为工业门类较齐全的工业基地，重庆可以通过加强国际交流，培育国际一流工业零碳零废技术研发和试点示范基地，抢占工业节能环保、零碳零废清洁制造的先机，推动一批“零碳工厂”示范项目。

（3）交通转型

建议重庆市在《重庆市交通强国建设试点方案》提出的三大行动基础上，提高对发展电动车和货运污染攻坚的重视程度，编制《加速公路交通系统电动化》《柴油货运绿色低碳发展》等具体行动方案，实现交通行业绿色低碳转型。

零碳交通的核心是打造“绿色+数字”的智慧交通体系。该体系应为风电、光伏等可再生能源提供储能及调峰功能，以信息处理中心、智能传感器、物联网系统、软件系统、配套智能硬件设施为基础的智慧管理系统。应充分考虑城市交通空间和基础设施资源，打造人、车、路、桩、位、电、网协同响应的智能网联交通系统，实现绿色低碳、安全高效的交通体系，打造未来城市交通先进示范。

加速公路交通系统电动化：重庆新能源汽车起步早，但缺乏整体规划和战略。建议借鉴深圳、海南等地区的实践，系统推动公路交通系统电动化，提出2035年私人乘用车上市新车全电动，城市公交和城市物流车全电动等目标，提高包括政务车、重型客车、私家车、城市轻型货

运等电动车保有比例；大力支持社会和公共资金对充电桩网络的投入，发展光储充一体化、智慧停车系统等清洁能源供能、提高电动车使用便利性等辅助性措施。随着电网逐步清洁低碳发展，交通领域将有可能在2050年前实现近零排放。

快速提高交通工具能源效率：公路货运占重庆70%^①以上的柴油消费，也造成了大量污染。提升公路货运和船舶能源效率不仅能减少温室气体排放，还能改善空气质量。推进极低硫燃料油、LNG以及氢燃料等为主的清洁燃料以及电动化在水、陆货运领域的应用，可大幅降低污染物及二氧化碳排放。可以建立基于货运企业的绿色项目库，借助国家已有补贴，为货运清洁发展设计合理的绿色金融模式。

发展城乡轨道交通体系：虽然重庆主城区公共交通分担率和其他大城市相当，但全市域范围内的公共交通分担率仍然处于较低水平，城乡公共交通体系的建设还有极大提升空间。应继续扩展城区观光轨道交通和城乡铁路班次；尽管重庆不适合发展长距离步行，但其他公共空间和慢行体系，包括社区微创新和无车街区，可增加经济活力，减少机动车行驶需求。

打造零碳交通产业生态圈：利用重庆地形多样性特点，结合5G通信、大数据和物联网等先进科技，完善车、路、人协同及一体化加能站等基础设施，打造无人驾驶实验基地，为电动汽车工业创新技术提供应用场景，吸引汽车相关技术创新和科研机构落户重庆；不断丰富车载信息服务内容，延长汽车产业经济链，打造以电动汽车为载体，辐射能源、通信、大数据、金融、生活服务、商务等领域的零碳交通生态圈。

（4）建筑转型

重庆的城镇化率以及建筑舒适度还将在未来十年内进一步提升，建筑能耗还将进一步增加，尽早投资绿色建筑和建筑节能改造能够避免城

① 本课题组根据2014年重庆温室气体排放清单估算。

市化带来的建筑能耗锁定。应继续落实《关于推进绿色建筑高品质高质量发展的意见》以及《2020年绿色建筑与建筑节能工作要点》的要求，坚定推动超低能耗建筑，加速扩大既有建筑节能改造规模，提升管理水平，探索绿色金融工具支持重庆零碳建筑试点的产业化和规模化，发挥重庆建筑节能全国排头兵的示范作用。

零碳建筑的核心在于对先进能源供给、节能技术以及全过程工程管理的严格把控，根据重庆的气候、环境、城市规划、建设标准等条件确定碳排放水平，制定合理的碳排放控制目标、节能目标和绿色建筑等级目标。应汇集国内外尖端科技，综合利用光伏、热泵等可再生能源与建筑结合的一体化构件及新技术的应用，从策划、设计、施工、交付、运营全过程统筹规划，一体化实施，开发建筑能效综合管理系统，以信息化管理技术实现建筑全过程的绿色化和零碳排放。

新建建筑实施更严格能耗标准：重庆市辖区内将在2020年全面执行65%节能标准，绿色建筑一星普及率已达80%以上。建议重庆尽快全面实施绿色建筑二星标准，加速75%节能标准的制定和实施，并制订绿色金融支持标准的具体实施计划。

建筑节能改造：既有的建筑节能改造仍有极大潜力待挖掘。在老旧小区改造的背景下，应扩大住宅建筑的节能改造范围，提升改造后的能效水平；公用和商用建筑照明、制冷、供暖等深度节能改造仍需要大量投资，可以创造许多就业机会。应继续大力推动建筑立体绿化、智能建筑系统等，通过为合同能源管理公司增信等方式短期内大规模推动节能建筑改造。

零碳建筑试点：重庆市是“全国可再生能源建筑应用示范城市”和全国可再生能源集中连片示范区“三级示范”。“重庆悦来生态城”是首批八个国家级绿色生态示范城区之一，“重庆悦来生态海绵城市展示中心”作为全国绿色建筑示范项目，综合节能率和碳减排率均超过90%。

建议扩大零碳建筑的试点范围，并通过加速光伏建筑一体化建设降低建筑对化石能源的消耗，并在“十四五”期间启动零碳社区建设。

（5）气候适应基础设施

在气候变化的背景下，重庆的农业、林业以及水资源分布都会受到不同程度的影响，加剧极端气候事件的频率和强度。建议以《国家适应气候变化战略》为引领，制定《重庆市气候变化适应规划》，在明确具体气候影响和风险的基础上，出台《城市适应气候变化行动方案》，识别适应气候变化行动、项目和融资规模，并匹配合适的融资工具。重庆璧山区和潼南区已入选了住建部“气候适应型城市建设试点”，“人体健康防控体系建设适应试点示范工程”被列入国家适应气候变化战略试点项目。建议根据国家规划，进一步发掘重庆本地项目。

1.4.3 打造零碳示范项目，培育市场，引领城市绿色发展

实现近零愿景是一个中长期的目标，但是在先进能源技术、信息技术以及装备技术的支持下，充分利用清洁能源、节能增效或以碳中和的方式实现零碳等都是目前可以实现并可逐步推广应用的方式。在“十四五”期间应开始打造一系列以“零碳”为理念进行基础设施建设和改造的示范和应用推广项目，普及零碳理念，推动技术进步，培育和壮大零碳产业市场，推动城市能源转型和经济结构调整，为实现长期愿景奠定基础，建立信心。基于重庆实际情况，建议在“十四五”期间，从以下几个方面重点推动示范项目的建设。

（1）零碳科创园

秉承绿色低碳、公平开放、可持续发展的理念，吸取德国、日本的零碳项目经验，充分结合重庆市的资源特点，在“十四五”期间打造重庆市首个以2050年近零碳排放为目标的示范项目，作为重庆未来城市转型样板。项目占地规模约20公顷，以零碳科技创新研发、总部基地、

产业孵化、绿色金融中心为定位的产融结合“绿色+数字新基建”项目，建成后引进100~200家国内外零碳科技创新企业入驻园区，助力城市绿色发展。

（2）零碳工业园

基于重庆市已建园区，选择一到两个高耗能产业集中的工业园区进行零碳基础设施改造，围绕工业、能源、交通、建筑四大领域的转型升级，提供以零碳理念为核心的清洁高效能源体系、智能低碳交通体系和绿色节能建筑体系解决方案，打造重庆市未来工业园区的建设样板。同时，为承载重庆市推动绿色发展带来的绿色技术创新和产业升级，应规划打造以绿色技术成果转化和绿色智造产业为主的零碳产业园，为重庆市绿色产业增量市场提供产业支撑。

（3）零碳工厂

聚焦制造类企业工厂和高耗能产业的生产环节，优先选择总部在欧洲的企业或世界500强企业（对碳减排需求明显）在重庆的生产基地，通过提供清洁能源供能，工业废气、废水、余热等废弃资源回收再利用，智能化升级等方式来降低能耗、提升能效、减少碳排放。

（4）零碳学校和医院

针对高校、医院等人流集中且用能相对稳定的单位，选择一家学生数量较多的高校及一家三甲医院，提供基于“绿色+数字”理念的综合能源解决方案，对原有能源基础设施改造升级，提供一体化能源运营服务，最大化地利用清洁能源，实施数据化管理，提升能源利用效率，降低单位用能成本和单位自身能源管理部门成本。

（5）零碳社区

以社区为单位，选择一个新建社区进行现代综合能源体系设计和规划建设，另选择一个老旧社区进行能源基础设施升级改造，构建绿色低碳、节能高效、机构合理、稳定可靠的能源供给体系，满足社区

的水、电、热、气、冷等能源需求，培育人们健康、低碳、节约的消费理念和生活方式，发展低碳经济，实现城市社区清洁、高效和可持续发展。

1.5 构建以绿色低碳发展为导向的绿色金融服务体系

为实现重庆市2028年前提前达峰的目标以及2050年近零碳排放愿景，推动实体经济的绿色化转型，重庆市需要构建以实体经济转型为导向的绿色金融路线图。路线图应围绕上述目标，通过估算投资需求并设计融资渠道和工具，将环境效益作为衡量投资决策的重要指标，识别重庆各经济部门绿色低碳转型机会，形成一套构建绿色金融体系的总体方案和配套措施。在这个方案的指导下，争取通过5年左右的努力，基本建立组织多元、产品丰富、政策有力、市场运行高效的绿色金融服务体系，使得各行业绿色融资均衡发展，融资结构显著改善。

为了实现提前碳达峰和碳中和愿景以及持续改善生态环境的目标，必须建立一个可满足主要产业中长期绿色低碳投资需求的绿色金融体系。这个体系应该包括如下几个核心内容：

1.5.1 明确支持中长期绿色低碳发展的绿色金融目标

明确碳排放提前达峰目标以及碳中和愿景，对标欧盟绿色标准，识别重庆各主要产业部门绿色低碳转型的投资机遇和绿色融资需求和主要项目，构建服务实体经济绿色化的绿色金融体系，深化绿色金融体

制机制改革。经过5年左右的努力，基本建立组织多元、产品丰富、政策有力、市场运行高效的绿色金融服务体系和激励机制，绿色融资规模加快增长，绿色信贷余额突破1万亿元，余额占比居全国前列；各行业绿色融资均衡发展，融资结构显著改善。到2025年，支持低碳发展绿色产业体系初步成型，绿色产业比重明显上升，利用金融支持推动工业、交通、建筑及电力行业的能源利用效率、低碳化程度达到国家先进水平；碳排放总量得到有效控制，单位GDP碳排放降幅高于全国平均水平。

1.5.2 推动绿色金融对接全市绿色低碳发展目标

按照碳排放提前达峰目标以及碳中和愿景，制定绿色产业发展与减排规划，分地区、分行业建立碳减排目标任务清单。根据减排目标任务，识别实体经济绿色化机会，编制绿色产业投融资规划，对重点排放领域如能源、工业、建筑和交通等制定减排路线图并估算绿色低碳投资需求。建立年度重点领域绿色投资项目清单，为金融支持实体经济绿色转型发展奠定基础。

规划的一个主要内容是构建符合绿色减排目标的“1+N”绿色产业体系。根据成渝地区双城经济圈建设和重庆“一区两群”发展布局，结合辖区资源禀赋和产业转型实际，开展金融支持绿色产业发展示范区建设试点，推动建立绿色金融与绿色制造、绿色建筑、绿色交通、绿色能源等协同发展的“1+N”绿色产业体系。建议具体布局如表1-8所示。

表1-8 绿色产业布局建议

绿色产业名称	重点领域	示范地区
绿色制造	高效节能装备制造、先进环保装备制造、资源循环利用装备制造、新能源汽车和绿色船舶制造，船舶港口岸电和油气回收改造、铁路专用线建设和运行，推动产业园区绿色升级、清洁能源替代、低（无）挥发性有机物含量原辅材料替代、产业园区废气废物治理及资源化综合利用、零碳工业研发和示范	两江新区
绿色交通	智能绿色交通体系、城乡公共交通系统、绿色货运、航电枢纽、共享交通设施以及充电、换电、加氢、加气等设施建设和运营	渝中区、江北区
绿色建筑	星级绿色建筑、超低能耗建筑、装配式建筑、既有建筑节能及绿色改造、绿色建材、可再生能源建筑应用、区域集中供冷供暖等	两江新区、渝中区
绿色农林	生态产品价值实现机制、国家储备林、生态林果产业、森林碳汇、自然资源指标及产权交易、循环农业、山地特色农业、农业产业园、生态保护与修复、土地储备及综合开发、生态旅游及生态康养	万州区、南岸区
绿色金融	绿色金融机构、产品、政策、基础设施、绿色中介服务、绿色金融核心区	渝中区、江北区、南岸区

1.5.3 推动气候投融资和碳金融市场发展

营造有利于气候投融资发展的政策环境，逐步完善气候投融资标准体系，促进投融资活动更好地为碳排放强度下降、碳排放达峰等目标、政策和行动服务。支持开展国家级新区气候投融资试点建设，鼓励培育壮大气候投融资专业研究机构。明确气候投融资项目的界定标准和气候相关信息披露要求，建立对气候投融资的财政和监管激励机制，鼓励针对气候减缓和气候适应项目的金融产品创新。针对带有较强公益性的气候适应项目（如海绵城市、湿地、防洪、灌溉、林业等项目），在规划中可与盈利性项目绑定，以吸引社会资金的参与。深化国际合作，引导和撬动更多的境外资金进入应对气候变化领域。

碳市场可以作为重庆市实现近零排放和碳中和目标的市场枢纽平台和重要抓手：一方面是落实政府减排目标的市场化政策工具，另一方面是绿色金融开展绿色量化定价和资金配置的市场化赋能平台。重庆市应明确减排目标，扩大控排范围，争取将碳市场覆盖企业占全市碳排放的规模提升到50%以上；同时进行试点优化升级，探索初始配额有偿使用制度，鼓励农林行业碳汇作为温室气体资源减排项目开发的重点领域；鼓励碳市场与绿色消费、绿色融资协同发展，探索碳积分、碳信用、碳资产质押、配额回购、核证资源减排量置换等创新业务。

1.5.4 建立绿色产业规划与绿色金融发展规划之间的协调机制

建立绿色产业规划与绿色金融发展规划之间的协调机制，将绿色金融的政策、产品和组织机制作为重庆经济绿色化长期规划的有机组成部分。建立绿色项目与绿色融资渠道的协同机制，包括服务于绿色项目和绿色资金的对接平台。

作为规划与绿色金融衔接的主要内容，制定重庆绿色产业（项目）评价地方标准和绿色项目库。依据《绿色产业指导目录（2019年版）》和《绿色债券支持项目目录（2020年版）（征求意见稿）》，结合重庆绿色产业发展实际，研究制定《重庆市绿色产业（项目）评价认证标准》（建议名）、《重庆市绿色产业（项目）评价认定管理办法》（建议名），规范和明确绿色产业（项目）评价认证标准及程序。开发绿色项目（企业）认证评估IT系统，探索建立智能化与人工相结合的绿色项目（企业）识别与推送体系，形成分行业、市区（县，自治县）两级绿色项目库（企业库）。实施滚动开放式管理，逐年更新调整项目内容，实现绿色项目融资精准对接。

1.5.5 建立强有力的绿色金融激励机制

加大支持绿色金融发展的财政激励。市政府可每年从财政预算支出

30亿元，综合运用绿色产业基金、绿色贷款和绿色债券贴息、担保费补贴、绿债认证补贴、风险补偿、应急转贷、奖励补助等财政政策工具，鼓励企业投资于绿色项目，鼓励金融机构、类金融机构积极开展绿色信贷产品和服务创新，增强对绿色融资的担保能力和风险缓释能力。在设计贴息和担保政策时，应该考虑将项目的碳减排效益作为评估贴息担保支持的重要决定因素。综合运用财金互动政策，优先支持符合欧盟绿色标准项目融资。

加大金融监管政策对绿色金融的支持力度。提高绿色信贷考核占宏观审慎评估（MPA）的权重，大力推广补充抵押贷款（PSL）、再贷款、再贴现等货币政策工具支持绿色信贷的做法。将金融机构持有的绿色债券纳入再贷款质押品范围，提高质押率。对绿色信贷绩效优的金融机构适当放宽监管和绩效考核指标。鼓励金融机构开展环境和气候信息披露，包括披露金融机构自身运行的碳排放、绿色信贷和投资余额及环境效益、棕色资产风险敞口及其环境影响和碳足迹，以及金融机构持有的各类资产组合的碳足迹。支持金融机构开展环境风险分析，尤其是气候转型风险的研究，开发相应的风险管理工具。支持金融机构制定自身运营的碳中和规划。

1.5.6 建立数字化为基础的绿色金融基础设施

利用重庆获批建设国家数字经济创新发展试验区有利契机，发挥重庆作为全国金融科技和金融标准化双试点城市先行先试的创新优势，通过建设“长江绿融通”绿色金融大数据综合服务系统，整合各行业数据资源，助推金融科技与绿色产业深度融合，形成“金融科技+绿色金融+绿色产业”的数字化发展新格局。

（1）建立绿色项目（企业）信息共享系统

坚持需求导向，建立涵盖绿色项目（企业）基本信息、投融资信

息、公共服务信息、环境信用信息、碳排放信息、环境风险信息、环境权益抵质押等内容的信息共享机制，定期更新、维护绿色融资主体信息，为金融机构精准授信和融资决策提供数据支撑，提高金融机构数据决策能力。利用现代AI数字科技，强化所有绿色项目的环境效益透明度。

（2）建立全口径绿色金融数据采集与监测分析系统

在绿色信贷专项统计基础上，按照社会融资规模统计口径，结合现有绿色金融产品标准，建立涵盖银行、证券、保险、信托、基金、租赁等全口径、颗粒化绿色金融数据采集与监测标准，编制绿色金融数据采集标准化清单，实时监测分析绿色金融发展动态。构建分机构、分地区、分行业、分产品的绿色金融监测与统计框架，实现一键生成与可视化分析。应用大数据、区块链等金融科技构建绿色金融信用信息数据库，将碳排放、碳足迹和污染物达标排放情况、环保违法违规记录等环境和社会风险信息纳入征信体系，促进信用信息共享。

（3）建立绿色金融发展与监管评价系统

开发绿色金融发展与绩效评估考核系统，全面展示各机构、各地区、各行业绿色金融发展动态。定期对金融机构执行绿色金融政策导向评估和考核结果进行通报，为监管部门实施差异化监管与政策激励提供依据。开发区域绿色金融综合发展评价系统，定期发布区域绿色金融发展评估结果，为地方政府实施生态文明建设考核提供参考。

1.5.7 构建符合绿色低碳目标的绿色金融产品和服务体系

（1）完善绿色金融组织体系

推动全国性金融机构来渝设立全国性或区域性绿色金融中心，增强绿色金融要素集聚和辐射能力。鼓励市级金融机构设立绿色金融事业部或绿色专营分支机构，提升绿色金融专业化服务水平；支持法人机构多

渠道补充资本，增强绿色投资能力。引进或新设各类绿色发展基金，引导社会资本以PPP形式或股权形式参与绿色投资，支持对绿色科技的风险投资。健全绿色融资担保体系，设立专业的绿色融资担保、再担保机构，改善绿色融资增信服务。支持设立各类从事绿色金融业务的中介机构，引导激励会计师事务所、律师事务所、信用评级机构积极参与绿色金融中介业务。

(2) 创新绿色金融产品和服务体系

围绕重庆市中长期绿色低碳发展规划和项目库构建绿色金融产品体系，积极发展能效信贷、绿色债券和绿色信贷资产证券化；发行政府绿色专项债、中小企业绿色集合债、气候债券、蓝色债券、转型债券等创新绿债产品；稳妥开展环境权益抵质押融资，探索碳金融、环境污染责任保险、气候保险、绿色建筑保险、可再生能源保险、新能源汽车保险等创新型绿色金融产品。发展绿色供应链融资，支持绿色产业链上下游企业融资。推动开展绿色建筑、零碳建筑融资创新试点，围绕星级建筑、可再生能源规模化应用、绿色建材等领域，探索贴标融资产品创新。在风险可控前提下，发展绿色环保小微企业贷款保证保险。支持银行与国家融资担保基金、国家农业信贷担保联盟开展合作，明确风险分担比例，降低绿色企业和项目融资成本。

鼓励创投基金孵化绿色科技企业，支持股权投资基金开展绿色项目或企业并购重组。引导私募股权投资基金与区域性股权市场合作，为绿色资产（企业）挂牌转让提供条件。积极与监管部门沟通，争取简化绿色企业IPO的审核或备案程序，探索建立绿色企业的绿色通道机制。对一些经营状况较好、发展前景较佳的绿色企业，支持其优先参与转板试点。

对重庆碳市场进行优化升级，将控排范围扩展到能源、交通和建筑等重点行业，同时将农林行业作为自愿减排和碳汇开发的重点领域。研

究开发针对绿色消费的减排方法学，允许绿色消费的碳积分可以作为抵消产品纳入重庆碳市场进行交易。开发碳资产抵押融资工具。

（3）健全绿色金融业务转型与管理体系

引导金融机构科学制定绿色金融业务发展规划，健全绿色金融业务转型框架和思路。鼓励银行业金融机构单列信贷计划、实行内部资金转移定价优惠、下调绿色资产风险权重、提高棕色资产风险权重等，加大信贷资源绿色化配置力度。优化内部管理流程，加大绿色信贷在金融机构内部业绩考核中的比重，增强信贷资源绿色化配置内生动力。引导银行业金融机构开展绿色贴标管理，健全绿色信贷环境效益和碳足迹测算方法和制度，将绿色金融资产环境效益量化，为经济价值奠定基础。



第 2 章

研究方法

围绕本研究要回答的三个主要问题，本部分阐述主要采用的研究框架、逻辑脉络及主要模型工具和方法。首先，介绍重庆能源消费和碳减排目标设定和路径研究的方法学和模型工具。其次，进一步阐述估算重庆绿色低碳投资需求所采用方法。最后，介绍重庆绿色低碳投资需求与绿色金融工具相互匹配的逻辑脉络。

2.1 研究框架

本研究框架主要包括三部分：绿色低碳转型目标路径研究、绿色投资需求分析和绿色金融发展路线图。

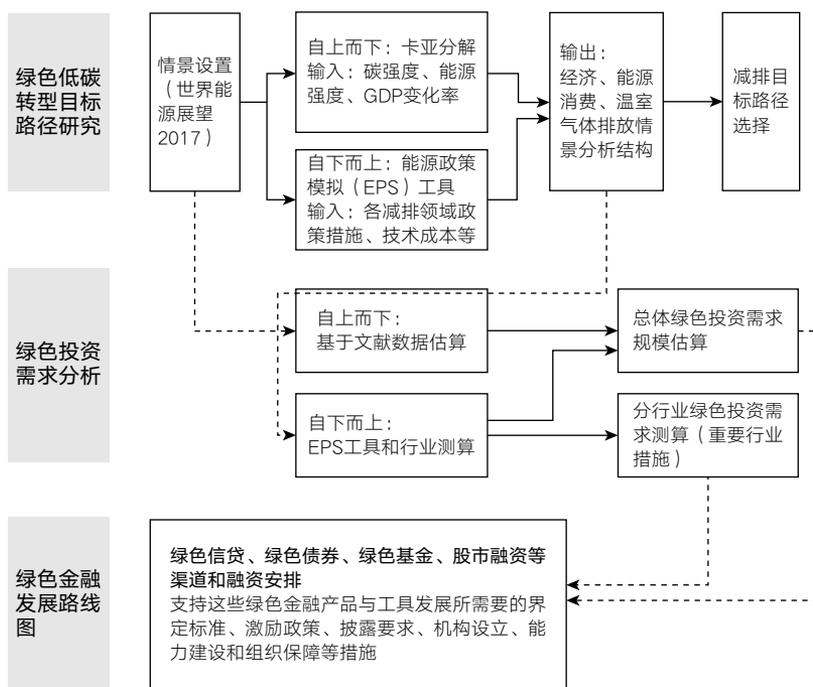


图2-1 研究框架和技术路线

绿色转型目标路径研究采用情景分析、基于Kaya恒等式扩展方法、基于“能源政策模拟模型（EPS）”工具相结合的方法，构建未来重庆可能的能源消费和碳排放及不同领域、不同时间段的减排路径。

绿色投资需求分析研究采用历史趋势、文献数据和EPS工具，对重庆总体绿色投资需求规模以及重要行业措施的绿色投资需求进行估算，并对模型口径的绿色投资需求向绿色金融口径进行转换。

绿色金融发展路线图研究是在对重庆总体和重要部门绿色投资需求的判断基础上，根据投资需求的行业属性、主体类型，确定绿色信贷、绿色债券、绿色基金、股市融资等渠道和融资安排，并提出支持绿色金融产品与工具开发所需要的界定标准、激励政策、披露要求、机构设置、能力建设和组织保障等保障措施。

2.2 绿色低碳转型目标路径研究

2.2.1 研究思路

报告首先分析和判断重庆市当前和未来经济社会发展趋势，以实现既定的社会经济发展目标和气候环境目标为前提，采用情景分析方法，利用“自上而下”和“自下而上”相结合的分析思路，基于EPS模型构建重庆市中长期能源消费和碳排放模型，研究确定不同气候、能源和环境政策力度下重庆总体能源消费和碳排放发展变化水平，以及绿色低碳发展路径。

在宏观层面上，研究基于对重庆历史发展的回顾、国际对比分析，结合文献调研和专家访谈，确定重庆未来经济增长、人口发展和城镇化

水平变化趋势。

在模型量化和路径分析上，基于国家和重庆官方发布数据、国内外公开发表的研究文献，以及专家判断和地方调研，在对重庆的整体经济范围以及工业、交通、建筑、农林和电力等重点部门的能源消费和碳排放影响因素的分析和照常发展趋势的判断基础上，构建基于EPS模型的重庆中长期能源消费和碳排放分析模型，研究在重庆各部门实施不同的绿色低碳转型政策力度下的重庆能源消费和碳排放趋势。^①

在综合分析和政策建议上，系统分析和比较不同情景下能源消费和碳排放的变化趋势，分析不同情景下不同政策力度的碳减排贡献以及相应的资本支出变化，研究提出重庆实现碳排放提前达峰和碳中和愿景的路线图、相应的政策措施建议以及绿色低碳投资需求。

2.2.2 情景设置

通过分析重庆的社会经济发展战略，对其温室气体的排放趋势，设定了以下几种情景。这些情景都采用相同的GDP增长和人口变化等外生变量。

参考情景 (BAU)：为保持现有政策不变情况下的情景。按照重庆现有政策的延续，以及技术发展规律决定的历史趋势，主要参照IEA《世界能源展望2017》报告中的中国“现有政策情景”相关的碳强度下降趋势。

达峰情景 (EP: Early Peaking)：为延续现有政策提升趋势的情景，配合国家温室气体减排自主贡献目标的总体战略。EP情景下，根据国家既定的中长期战略，制定制造业高质量发展、交通强国、建筑高质量发展、能源革命等具体实施方案，重庆“十三五”期间各种规划的政策延续并且力度会加强；EP同时还会参考IEA《世界能源展望2017》的“新政策情景”。考虑到“达峰”有可能会成为“十四五”和“十五五”

^① 声明：本研究能源数据主要来源于《中国能源统计年鉴2018》的“重庆能源平衡表”及《重庆统计年鉴》的“规模以上重庆工业行业能源消费（实物量）”等。2019年第四次全国经济普查数据后，重庆对2018年及历史数据进行了修订。本研究基础数据为修订前数据。

期间国家考核地方应对气候变化工作的主要任务，这一部分的政策可执行、可衡量。

近零情景（NZ：Net Zero）：为2050年实现接近净零排放的情景。重庆现有政策和实现1.5~2℃目标之间还有很大差距，因此NZ加上了重庆还可采取的技术经济可行的深度减排措施。首先，“高质量发展”和经济结构优化升级，会对碳减排有很大贡献；另外，有些措施是国家层面规划的中长期战略已经提出，但重庆还没有采纳，比如“2050年可再生能源消费过半（《能源生产和消费革命战略（2016—2030）》）”；有些措施是，其他地区做得比重庆好，比如“大力发展电动车”；有些措施是有国际趋势和经验，可以在重庆尝试实施，比如“提出煤炭退出时间表”。NZ也会参考IEA的“可持续发展情景（2℃目标）”。我们的估计是，NZ下重庆的排放接近净零。这部分的政策措施，有些需要提前投资和试点，可以和投资需求挂钩，也可以通过公益性投资促进研发和试点项目。

以上情景的政策设定理念是基于重庆及相关部门的现有政策实践及对未来政策变化趋势的不同判断（见表2-1）。

表2-1 不同情景下的政策假设

参考情景 (BAU)	按照IEA基准情景中对中国能源效率提升和可再生能源发展趋势的预测，匹配重庆现有趋势。量化设置基于重庆“十三五”规划的2020年目标	
达峰情景 (EP)	电力	延续《“十三五”能源发展规划》中的主要政策行动，落实国家《能源生产和消费革命战略（2016—2030）》中的要求，停止新建煤电厂，开展电力行业碳排放权交易
	交通	延续《重庆建设低碳交通运输体系试点工作方案（2014）》和《重庆交通强国试点方案（未发布）》中的主要节能减排行动
	建筑	延续“十三五”重庆建筑节能和绿色建筑发展优势，针对能耗增量部分的供热和制冷需求，制定具体政策措施
	工业	延续《重庆重点用能企业能效赶超三年行动计划》的政策措施，落实《发展高质量制造业》的目标和要求
	农林	延续现有提高森林覆盖率政策
	综合	按国家部署推动碳市场实施

续表

近零情景 (NZ)	电力	在EP的基础上, 提出煤电退出路线图, 加速淘汰煤电进程, 深挖可再生能源潜力, 扩大外调绿电幅度
	交通	在EP的基础上, 提出“大幅度交通电动化路线图(燃油车退出时间表)”以及制定“柴油货运车污染治理攻坚战”行动方案
	建筑	在EP基础上, 挖掘可再生能源建筑一体化的潜力, 大规模推广重庆已有零碳建筑试点实践, 对标欧洲零碳建筑发展的技术和融资模式
	工业	在EP的基础上, 进一步优化经济结构, 发展战略性新兴产业和相关服务业; 提出工业零碳零废行动, 并通过结合国际最佳的技术和融资模式, 力争成为零碳零废制造研发和实践的全球典范
	农林	提高碳汇质量, 大幅度提高油气行业甲烷回收率, 制定甲烷减排目标
	综合	设置绝对量碳总量控制, 扩大碳市场覆盖范围, 并通过优化机制设置, 形成更有效的碳价格

2.2.3 主要模型与技术方法

本研究模型工具主要采用由国家应对气候变化战略研究和国际合作中心(National Center for Climate Change Strategy and International Cooperation, NCSC)及美国能源创新(Energy Innovation, EI)联合研究开发的“能源政策模拟模型”(Energy Policy Simulator, EPS模型)^①。

EPS模型是以系统动力学为理论基础, 将能源消费过程和经济活动看作是一个开放、处于不断变化和非均衡的系统。EPS模型包括了五个经济部门, 即电力、工业、交通、建筑和供热(其中, 工业除了包括传统的工业行业外, 还包括了农业和废弃物利用行业), 并考虑了碳捕集和封存, 以及土地利用变化。EPS模型覆盖《京都议定书》规定的六种温室气体排放(CO₂^e), 分别为: 二氧化碳(CO₂)、甲烷(CH₄)、含

^① National Center for Climate Change Strategy and International Cooperation, Energy Innovation. China | Energy Policy Solutions [EB/OL]. (2016-06-08) [2021-01-17]. <https://china.energypolicy.solutions/>.

氟气体（HFCs、PFCs、SF₆）及一氧化二氮（N₂O）。EPS模型将建筑、工业和交通行业电力和热力消费的碳排放统一计入电力和热力行业中，建筑、工业和交通部门排放为直接排放。

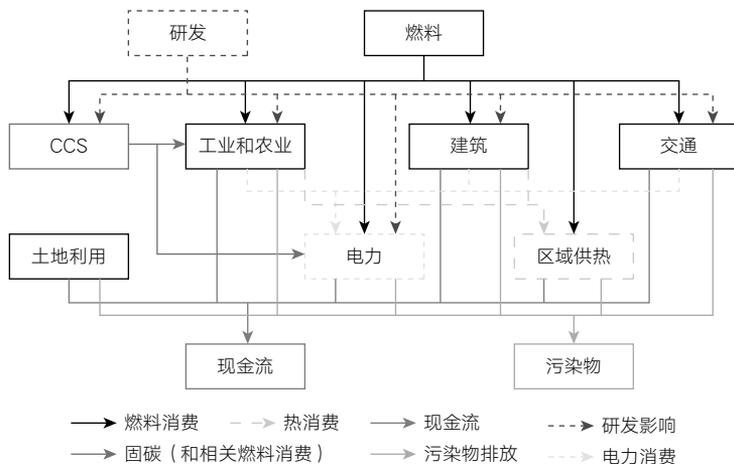


图2-2 能源政策模拟模型（EPS）框架

EPS模型作为一个政策模拟评估工具，可用于分析气候和能源政策的温室气体减排效果、评估相应投资需求和大气污染防治协同效应。EPS模型以官方公开发布数据为基础，可以对数百项能源与气候政策效果及其相互协同作用进行评估，并且还可以设定任何政策的实施时间表（例如，某一项政策可以在起始年份立即实施，也可以在整个模型运行过程中分阶段实施）。该模型支持多项指标输出，包括12种温室气体和大气污染物排放，分行业分能源品种（煤炭、石油、天然气等）的能源消费量、不同电源装机容量及发电量、资本设备与运行维护支出变化等。

2.3 估算绿色低碳投资需求的方法学

2.3.1 绿色投资定义和范围

以提升能效、推广清洁能源利用、提高资源利用效率、减少温室气体排放等活动相关的建筑安装工程和设备工器具购置的支出在本报告中都属于绿色投资，实现重庆绿色低碳转型的绿色投资需求由两部分构成：低碳投资和环保投资。投资需求涵盖范围是与绿色相关建造、安装和设备购买支出，不包括运行维护支出以及燃料成本。

低碳投资是指能源供应以及工业、建筑、交通等终端能源部门以提升能效，推广清洁能源利用，提高资源利用效率，减少温室气体排放等活动相关的建造、安装和设备工器具购置的支出。同时，低碳投资还包括在碳汇林和森林资源培育领域的资本支出^①。

环保投资是指环境污染治理投资，可以进一步细分为城市环境基础设施建设投资（如：燃气、集中供热、排水、园林绿化、市容环境卫生等）、工业污染源治理投资（如：治理废水、治理废气、治理固体废物、治理噪声、治理其他等）、当年完成环保验收项目环保投资。（具体分类见表2-2）。

① 国家统计局，环境保护部. 中国环境统计年鉴2018 [M]. 北京：中国统计出版社，2018.

表2-2 绿色投资类别示例

一级分类	二级分类	三级分类
环保投资	环境污染治理投资	城镇环境基础设施建设投资
		工业污染源治理投资
		当年完成环保验收项目环保投资
低碳投资	林业投资	生态建设与保护
		林业支撑与保障
	电力	煤电清洁减量开发
		发展可再生能源
		CCS技术
	低碳工业	工业能效提升
		淘汰落后产能
		工业燃料替代
		工业零碳零废行动
	绿色建筑	既有建筑节能改造
		新建建筑能效提高
		净零排放建筑
	低碳交通	道路交通电动化
		提高交通工具效率
高效基础设施和城市规划		
绿色氢能交通试点		

2.3.2 绿色投资需求估算方法

我们对重庆2021—2030年模型口径的绿色投资需求估算主要采用“自上而下”和“自下而上”两种方法，以互补及校验的方式共同支撑对重庆绿色投资需求的估算。“自上而下”方法主要是基于历史经验和文献数据来估算重庆总体绿色投资需求规模。“自下而上”方法基于EPS工具、行业投资实践和专家判断，对总体需求规模和重要行业措施实施所需投资规模进行估算。对环保投资和低碳投资需求的估算采用两种不同方式，环保投资基于统计数据和文献研究进行趋势外推，低碳投资采用文献研究和模型工具相结合的方法估算而得。

在对重庆实际绿色投资现状和计划规划进行调研的基础上，我们发现模型口径的绿色投资与绿色金融口径有一定区别。为了满足绿色金融监管部门和金融机构的规划和业务发展需求，我们研究得出两种口径的转换方法，并以模型口径的投资需求为目标，得出绿色金融口径的绿色投资需求数据。

（1）对生态环保部分的投资需求估算

对生态环保部分的投资估算采用“自上而下”的方法，主要基于重庆在2007—2017年的过去10年间的环境污染治理和林业投资进行收集和整理，获得生态环保投资占当年GDP的比重，采用简单移动平均法和借用历史发生的最高比例，用来估算参考情景、达峰情景和近零情景2021—2030年的年均绿色投资占当期GDP的比重（见表2-3），进而估算重庆整体及关键领域生态环保投资的需求规模。

表2-3 不同情景下重庆生态环保占当年GDP的比重确定

类别	2007— 2017年范围	参考情景 (BAU)	达峰情景 (EP)	近零情景 (NZ)
环境污染治理	0.81%~2.59%	1.48%	2.05%	2.59%
林业投资	0.31%~0.87%	0.28%	0.32%	0.36%

资料来源：中国环境统计年鉴（2008—2018）。

（2）对低碳部分的投资需求估算

考虑到不同于环境污染治理和林业投资，重庆低碳领域缺乏公开和系统的有关历史投资数据。对于低碳部分的投资需求预测，采用“自上而下”和“自下而上”两种方法，以互补及校验的方式共同支撑对重庆低碳投资需求的估算。

① “自上而下”方法

“自上而下”方法是依据国际能源署（IEA）的《世界能源展望

2017》^①报告对中国2020—2040年能源系统的低碳转型投资需求预测为基础，按照一定比例调整为重庆低碳领域的总体投资需求规模。

《世界能源展望2017》报告对我国2017—2040年新政策情景（NPS）和2030年可持续发展议程情景（SDG）^②两个情景的低碳投资需求，进行了较为系统和全面的估算。本研究中的重庆达峰情景和近零情景的情景设置基本与IEA的新政策情景（NPS）和2030年可持续发展议程情景（SDG）对应。因此，我们基于《世界能源展望2017》报告数据对重庆低碳投资需求进行推算。先将IEA估算数据转换为2018年人民币不变价，再采用重庆电力、工业、建筑、交通等关键部门的固定资产投资占全国固定资产投资的比例作为调整系数^③，估算重庆达峰情景和近零情景重庆低碳投资需求规模。估算结果是达峰和近零情景下，重庆低碳投资需求累计分别大约为3860亿元和6627亿元，年均投资约为386亿元和663亿元，年均低碳领域投资占当年GDP比重分别为1.3%和2.2%。

② “自下而上”方法

“自下而上”方法是在综合EPS模型工具、国家/重庆行业投资实践以及对未来政策及技术发展的专家判断基础上，对总体需求规模和重要行业措施实施所需投资规模进行估算。

EPS模型以系统动力学作为分析框架。系统动力学的理论基础是反馈控制理论，其研究问题的出发点是动态性质和反馈结构，因此非常适用于模拟政策影响后果和系统响应行为。EPS模型针对不同部门的投资问题进行系统仿真，设定了不同的因果回路图和存量流量图（具体见附录：EPS固定投资需求估算：以交通部门为例）。

EPS模型结果估算，在近零情景下，2021—2030年，电力、工业、

① IEA. World Energy Outlook 2017 [R]. Paris: IEA, 2017.

② 纳入了中国落实2030年可持续发展议程国别方案及相应政策行动，与本研究近零情景的政策设定相似。

③ 最新年份为2017年。

建筑和交通所需额外投资需求总量为4158亿元，加上估算的BAU所需投资总量约为3109亿元，以及碳汇林及森林资源培育投资需求量1114亿元，结论为：2021—2030年，近零情景下的低碳投资需求总量为8381亿元，年均投资约占当年GDP的2.78%。EPS模型对电力、工业和建筑的细分行业低碳投资估算具体请见报告相应章节，本部分不再赘述。

与“自上而下”基于IEA报告估算相比，基于EPS模型“自下而上”方法估算的重庆2021—2030年的低碳累计投资需求约高640亿元，这主要与两个方法所估算的投资范围稍有差别有关，如IEA2017年报告估算的电力低碳投资不包括电网和储能部分，但EPS模型涵盖此内容。

（3）对绿色金融口径的绿色投资需求估算

首先，绿色金融口径的重庆市绿色投资需求需要根据模型测算的投资需求转换，转换系数可通过研究现行绿色金融统计数据获得；其次，通过重庆市绿色金融发展现状，包括各类金融工具的市场份额、期限特点和发展潜力等，可以进一步提出重庆市绿色金融发展目标；最后，基于重庆市绿色投资总需求、绿色金融发展现状、绿色金融发展目标，可进行详细的绿色投资需求预测。本报告第9章对绿色投资需求的估算方法有更详细的阐述。

2.4 绿色金融路线图的构建方法

绿色金融发展路线图研究是在对重庆总体和重要部门绿色投资需求、绿色投资现状和绿色投资目标判断的基础上，根据投资需求的行业属性、主体类型，确定绿色信贷、绿色债券、绿色基金、股市融资等

渠道和融资安排，并提出支持绿色金融产品与工具开发所需要的界定标准、激励政策、披露要求、机构设定、能力建设和组织保障等保障措施。

路线图围绕重庆市2028年实现整体达峰的目标，以及2050年近零排放愿景，通过估算投资需求并设计融资渠道和工具，将环境效益作为衡量投资决策的重要指标，识别重庆各经济部门绿色低碳转型机会，形成一套构建绿色金融体系的总体方案和配套措施。在这个方案的指导下，重庆市争取通过5年左右的努力，基本建立组织多元、产品丰富、政策有力、市场运行高效的绿色金融服务体系，使得各行业绿色融资均衡发展，融资结构显著改善。到2025年，支持重庆市绿色低碳发展绿色金融政策、产品和基础设施体系初步成型。

重庆碳中和与绿色金融路线图研究

第二篇

实体经济绿色低碳转型路径





第 3 章

综合分析

研究表明，如果重庆延续现有政策措施，并根据国家既定的中长期战略，制定制造业高质量发展、交通强国、建筑高品质发展、能源革命等的具体实施方案，就可以实现碳排在 2028 年或更早达到峰值；若重庆能够对标国内国际先进地区进行实践，全面挖掘各领域节能减排潜力，升级发展方式，则有可能在 2050 年左右实现近零（碳中和）愿景。课题组建议重庆以近零排放为目标导向，引导经济增长方式的低碳绿色转型，撬动绿色投资，推动重庆高质量发展，成为中国乃至全球净零排放的亮点城市。

3.1 重庆碳排放可以在 2030 年前达峰、2050 年左右实现近零排放

如图3-1所示，参考情景下，重庆温室气体（CO₂^e）排放将从现在到2050年持续增长，从2018年的2.33亿吨增加到2050年的3.79亿吨左右。达峰情景下，即重庆在“十四五”和“十五五”期间继续延续现有政策，温室气体排放可以实现在2028年左右实现排放达到峰值，峰值水平控制在2.5亿吨以内，而能源相关CO₂排放量在2028年达到峰值，峰值水平在2.15亿吨。温室气体排放总量在2028年达到峰值后，基本都是稳定在2.5亿吨水平，随后会在2033年后稳定下降，2050年达到2.11亿吨的排放水平，基本与2010年的水平相当。近零情景下，重庆温室气体排放将从2020年以后进入平台期，并在2030年后进入较快下降通道；事实上，2015年之后，重庆温室气体排放就已经进入上下小幅波动的平台期；此情景下，重庆温室气体排在2050年前后可以控制在3000万吨左右；考虑到重庆的碳汇能力有望达到3000万吨，重庆碳排放将有望在2050年前达到近零水平，并在2060年前率先实现碳中和。

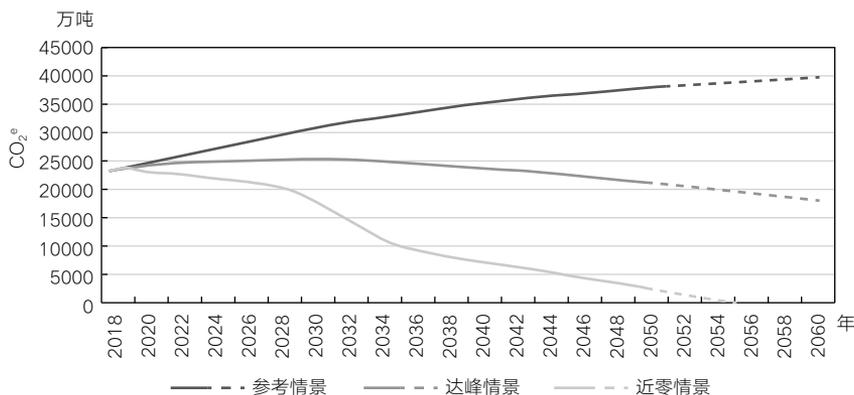


图3-1 不同情景下重庆2018—2050年的CO₂排放量

与2005年相比，能源相关CO₂排放强度下降率在不同情景下有所区别（见图3-2），达峰情景下，到2030年相对于2005年能源相关CO₂排放强度的下降率为75%；近零情景下，2050年相对于2005年能源相关CO₂排放强度下降率为100%。

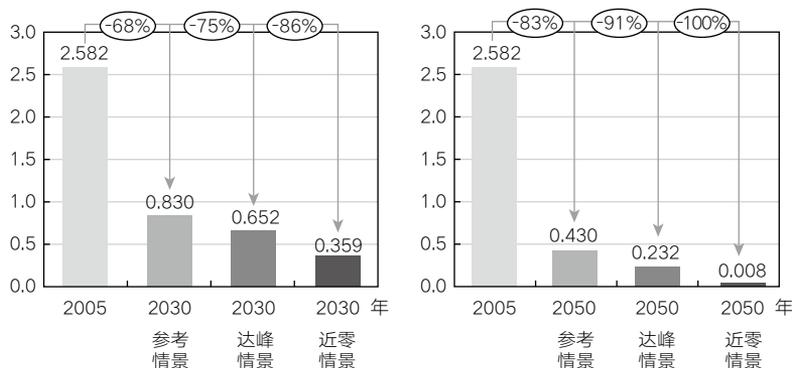


图3-2 不同情景下重庆2030年和2050年能源相关CO₂排放强度变化 (相对2005年)

参考情景下，除了工业部门排放在2021—2030年间维持在平台期，并在2030年后持续下降外，电力、交通、建筑部门的能源相关二氧化碳排放都会在2050年前保持持续增长趋势。图3-3对比达峰情景和近零情景，电力部门的碳排放峰值时间都在2020年左右；交通部门碳排放的峰

值会在2035—2040年之间提前到2025年左右，建筑部门碳排放峰值时间从2030年左右提前到了2025年以前。

3.2 重庆终端部门减排潜力得以充分挖掘、能源需求逐步达峰

在达峰情景下，重庆温室气体排放到2050年从参考情景下的3.76亿吨下降到2.1亿吨，减排贡献最大的是电力部门，其次为工业和绿色氢能、交通和建筑部门。在近零情景下，重庆工业、建筑、交通、电力和农业部门温室气体排放到2050年可以减少到3000万吨左右；重庆实现2050年近零排放的减排潜力主要来自电力和交通部门，其次是工业和建筑部门。

在达峰情景下，重庆一次能源消费量在2032年达峰，峰值水平为1.01亿吨标煤（按照热电当量法计算）。其中，工业部门一次能源消费2020年开始下降；建筑部门2028年达峰；交通部门在2034年左右达峰，进入平台期；电力部门在2020年左右达峰。在近零情景下，重庆一次能源消费量将在2025年左右达峰，峰值水平为9265万吨标煤（按照热电当量法计算）。其中，工业部门一次能源消费从2020年下降，下降速率高于达峰情景；交通部门将在2025年左右达峰；建筑部门在2021年达到峰值；电力行业在2020年达峰。在达峰情景下，相对于2005年，2030年单位GDP能源强度下降72%，2050年下降89%；在近零情景下，相对于2005年，2030年单位GDP能源强度下降78%，2050年下降94%（见图3-4）。

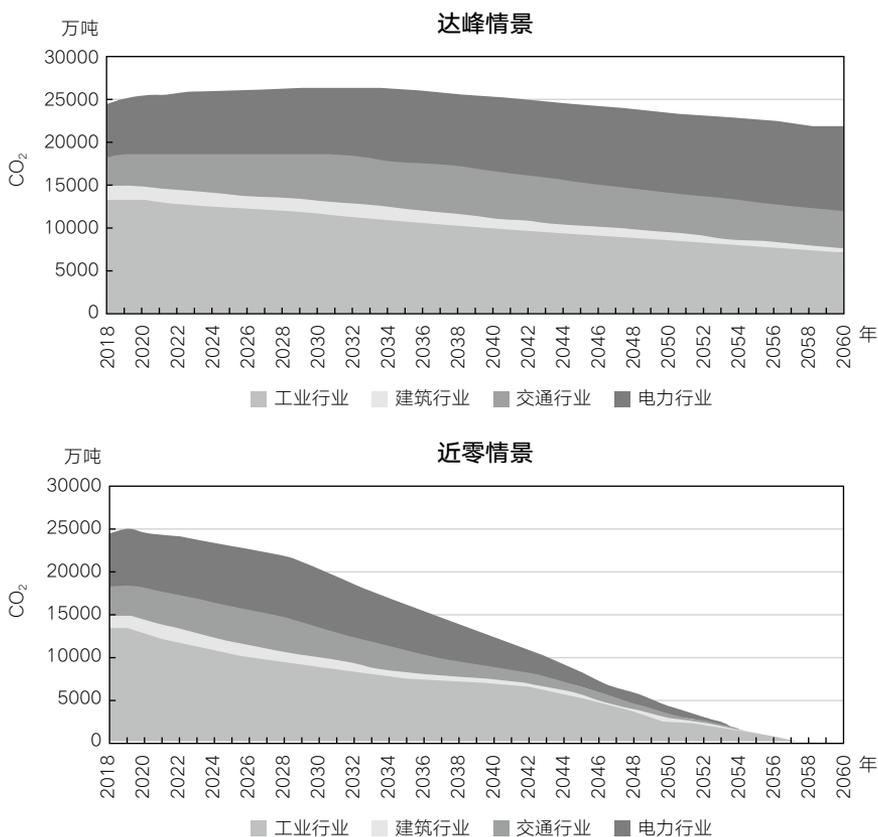


图3-3 达峰情景和近零情景下重庆各行业能源相关CO₂排放趋势

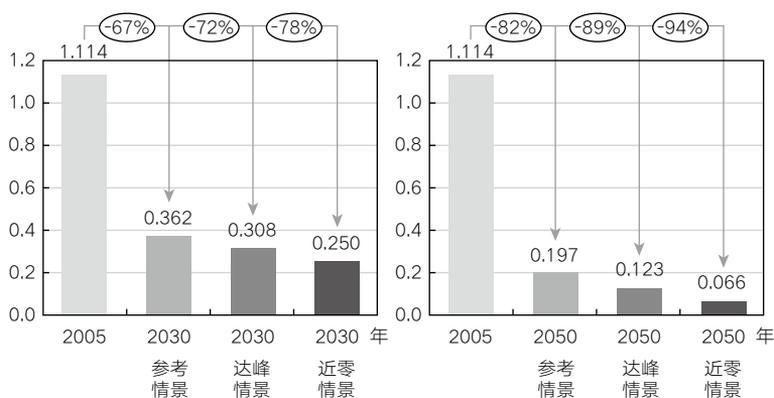


图3-4 不同情景下重庆2030年和2050年单位GDP能源强度下降率 (相对2005年)

3.3 重庆的能源结构更加清洁，绿色氢能将发挥一定作用

与参考情景相比，重庆的能源结构在达峰情景和近零情景下均会继续改善，变化如图3-5所示。达峰情景下，重庆的非化石能源占一次能源比重会在2030年增加到23%，2050年达到28%，这基本符合国家现有目标的要求。在近零情景下，重庆的非化石能源占一次能源比重会在2030年增加到36%以上，煤炭消费会逐渐退出，到2050年仅作为备用发电机组或者工业用原料煤。这基本符合《能源生产和消费革命战略（2016—2030）》的要求，并需要重庆制定较为明确的煤炭退出政策，充分释放可再生能源的发展潜力。

表3-1 达峰情景和近零情景下非化石能源占一次能源比重

达峰情景非化石能源占一次能源比重（%）			
	2030年	2040年	2050年
电热当量法	11	13	14
发电煤耗法	23	26	28
近零情景非化石能源占一次能源比重（%）			
	2030年	2040年	2050年
电热当量法	19	43	55
发电煤耗法	36	45	75

要想实现近零排放，终端消费中绿色氢能将发挥较大作用，逐渐成为工业部门难以电气化的工艺过程以及重型交通工具所依赖的主要能源。交通部门对绿色氢能消费占总能源消费比例在2030年和2050年分别

达到3.83%和31%。考虑到重庆制造业在未来较长时间还会是主要的经济增长点，而重庆作为交通枢纽的战略地位，公路货运仍会处于长期发展趋势，发展绿色氢能是解决工业和交通部门近零排放的主要路径。发展绿色氢能的效果主要在2030年之后，但是投资需要在2030年之前开始。

3.4 重庆电力格局将以清洁电力为主，全社会电气化水平显著提高

随着经济发展和生活水平提高，重庆的人均电力需求还会有极大增长，在近零情景下呈现先增后降的趋势，人均用电量在2050年达到峰值9000kW·h左右；在达峰情景下人均用电量持续增加，2050年为10000kW·h左右，但仍将低于发达国家水平现有的用电水平^①（见图3-5）。与此同时，电力结构相对全国已经比较清洁，在达峰情景和近零情景下将进一步降低化石能源发电比重（见图3-6）。在达峰情景下，非化石能源电力占比从2030年到2050年逐渐增加，从48%增加至69%，比参考情景有大幅提升；在近零情景下，非化石能源的装机和发电量都有大幅提升，其中发电量占比在2030年和2050年分别为60%和89%。

^① 北京绿色创新发展中心整理。数据来自Electric power consumption (kW · h per capita) | Data. (2020). Data.worldbank.org. Retrieved 15 April 2020. <https://data.worldbank.org/indicator/EG.USE.ELEC.KH.PC?view=chart>; 国资小新. 全国用电排名来了，有三省人均用电量超发达国家水平 [EB/OL]. (2019-02-04) [2020-04-05]. <https://finance.sina.com.cn/china/gncj/2019-02-04/doc-ihrfqzka3675420.shtml>.

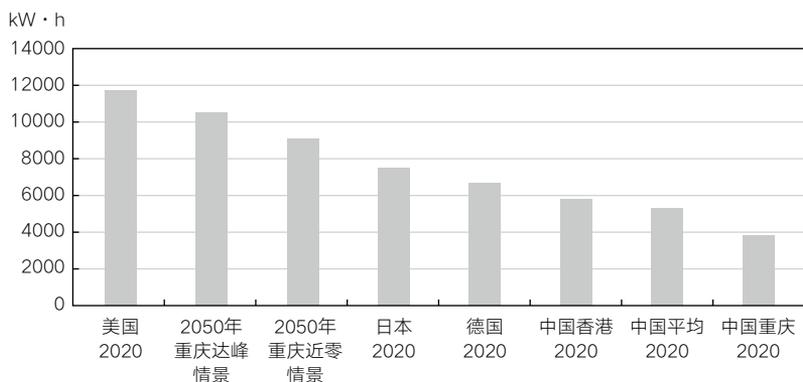


图3-5 人均用电量比较

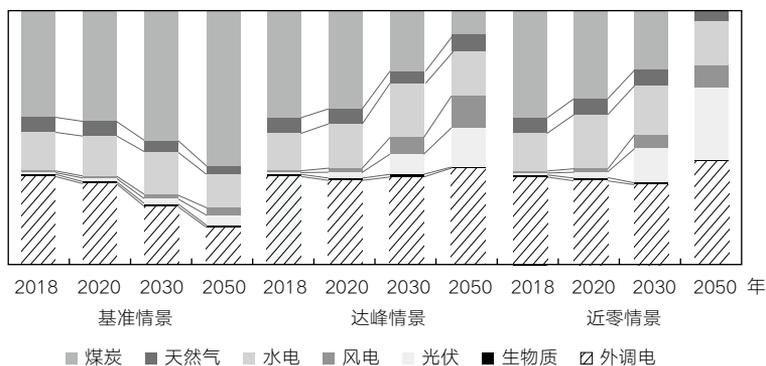


图3-6 不同情景下重庆发电结构变化

提高电气化率是提高能源效率、降低排放的重要途径，能源系统满足生活水平提高是必然趋势。值得注意的是，在近零情景下，电力消费占终端消费的比重从2018年的18%提高到2050年的58%，比参考情景2018年的水平提高了40个百分点。其中，工业的电气化水平从19%提高到50%；建筑部门的电气化水平从33%提高到80%；交通部门的电气化水平从0.5%提高到44.27%（见图3-7）。

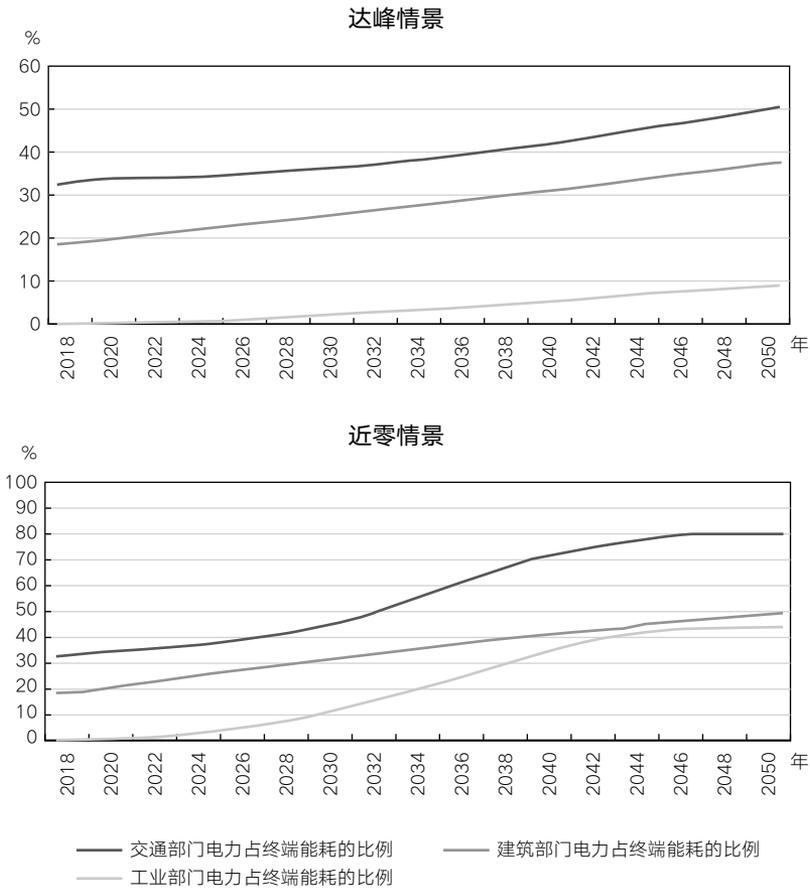


图3-7 达峰情景及近零情景下各部门电气化率

3.5 重庆常规污染物排放显著下降

重庆提前碳达峰和实现碳中和愿景推动的绿色低碳转型，将有助于大大削减空气污染排放，PM2.5和VOC的排放都呈下降趋势（见

图3-8)。需要指出的是，短期内，在延续现有政策的力度下（达峰情景），主要污染物的排放下降趋势并不十分明显，VOC还会小幅上升，只有采取更激进的减排措施（近零情景），才有可能实现近期内污染物大幅度减排的目标。

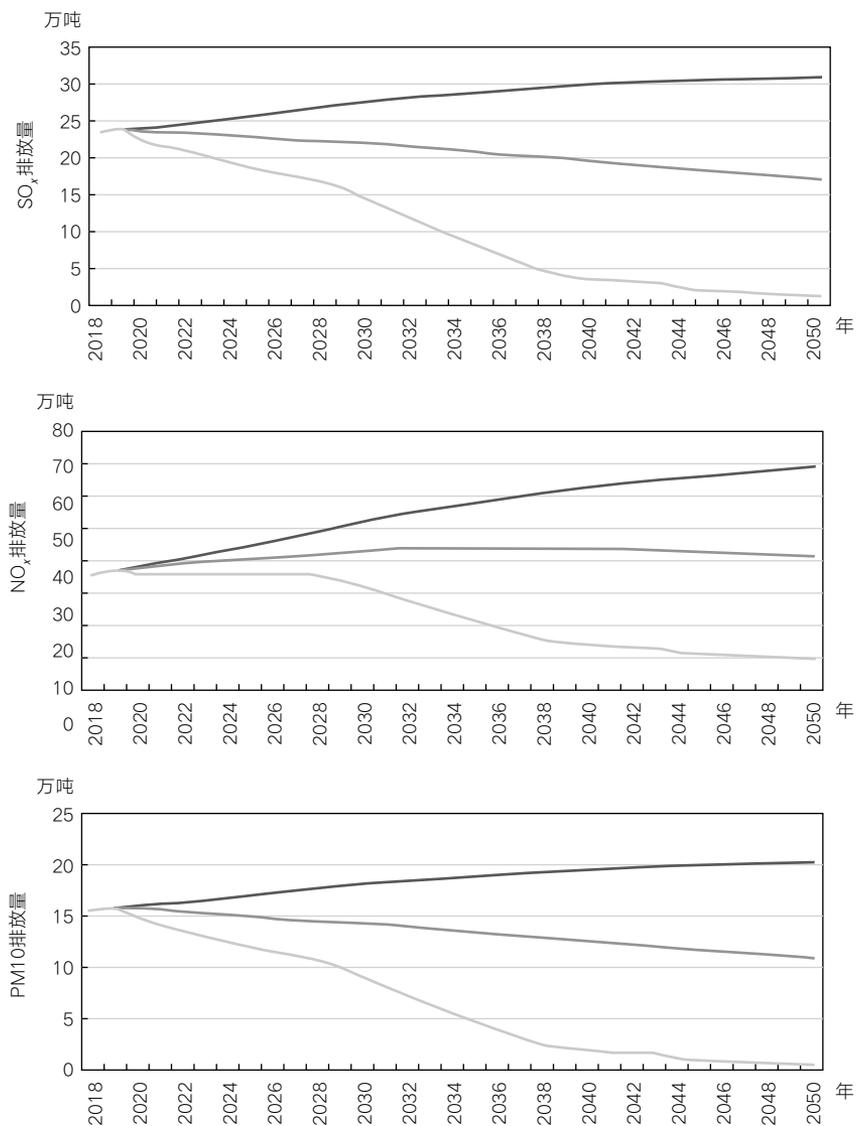


图3-8 不同情景下常规污染物排放趋势

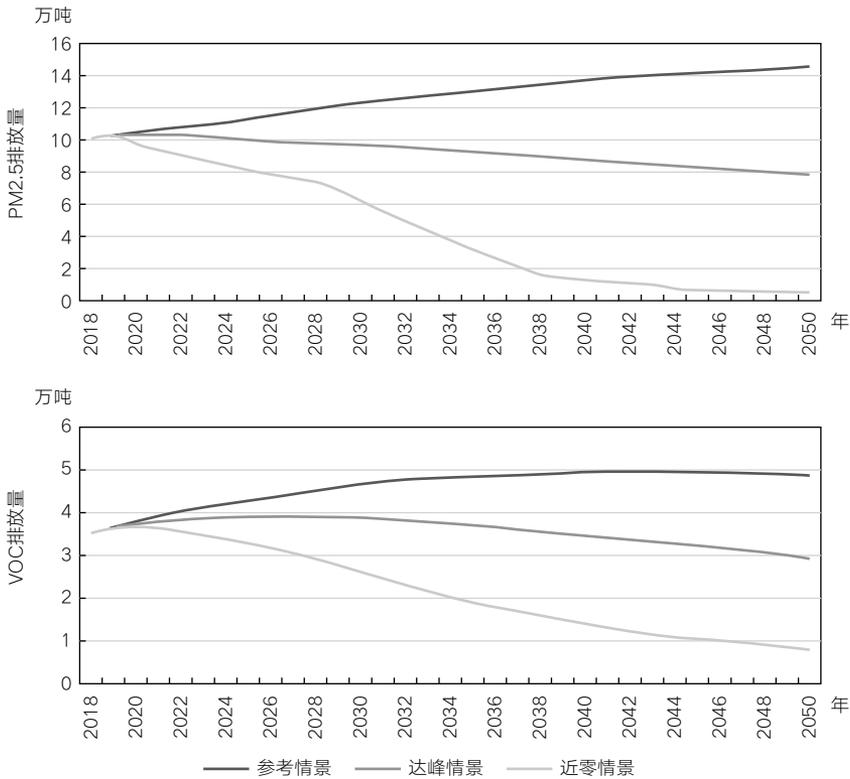


图3-8 不同情景下常规污染物排放趋势（续）

3.6 重庆绿色低碳转型的经济效益明显

我们分析了重庆实现2050年左右近零目标的大约20种措施在2021—2030年间的成本、减排效果和额外投资需求，结果如图3-9所示。在所分析的20种措施中，有三分之二属于负成本措施，也就是说在十年间其直接成本低于因节能带来的经济效益，若碳市场扩大到全经济范围，假

设碳价格为每吨50~60元^①，也会有更多的措施成为负成本措施。综合平衡减排效果和减排成本，重庆应该优先考虑如下减排措施：工业高质量发展、工业能效提升、新建建筑实施更高节能标准、提高可再生能源占比、工业零碳行动、交通电动化、碳市场、工业燃料替代、绿色氢能试点、货运车辆能效提升。如果将成本效益分析扩展到2050年，绿色氢能和低碳建筑的减排效果将变得更加突出。

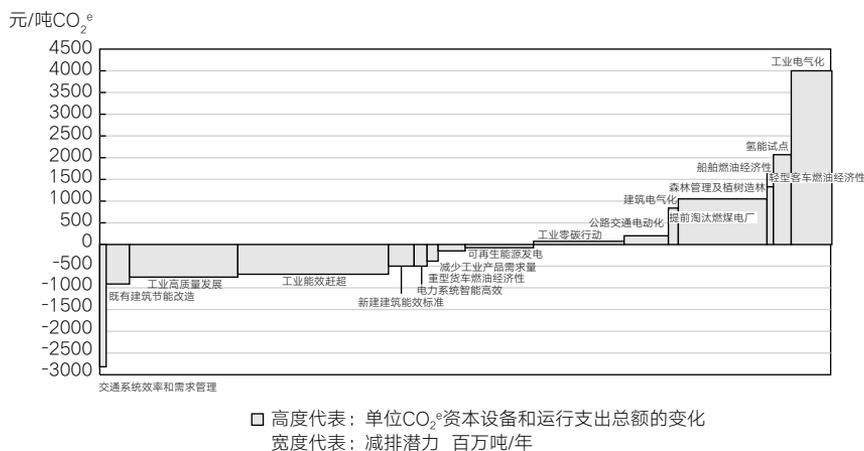


图3-9 重庆主要减排领域和措施成本曲线

^① 接近2018—2019年碳排放权交易试点北京地区碳价，数据来自SLATER, H., DE BOER, D., 钱国强, 王庶. 2019年中国碳价调查报告 [R]. 中国碳论坛, 2019.



第4章

电 力

“十三五”以来，重庆市电力保障格局已由“自给为主，外来为辅”转变为“主要依靠外来”的电力保障格局。然而，随着人口增加和生活水平的提升，重庆市电力需求不断增长。作为西部唯一的受电省份，重庆的电力行业面临着保障供给、结构低碳化、效率提升的三大挑战。面向新常态下的发展机遇，注重电力行业的绿色转型，有助于重庆在实现污染防治攻坚战的同时，提供清洁、稳定、高效的能源服务，为重庆的提前达峰目标和 2050 年左右实现近零排放的目标作出贡献。

重庆的电力部门在节能减排方面有先天优势。由于地处三峡库区，以及四川省的水电优势，重庆的发电结构较全国水平更加低碳化，水电占发电比例近三成，外调电中水电比例也较高。且在“十三五”时期通过对火电新增装机的控制、淘汰低能效机组、提高可再生能源装机量、建设输配电网络等工作，逐步提升电网效率和供电结构，这些行动也符合重庆的“上游责任”“上游意识”定位。电力部门节能减排将是重庆实现空气质量改善目标和温室气体提前达峰目标的重中之重。若在现有基础上，对标国内先进地区，补足短板，充分挖掘可再生能源资源，增加对清洁能源的输送以及火电和电网的灵活性改造，有序淘汰煤电落后产能，重庆电力部门碳排放将在2030年提前达峰，并在2040年实现近零目标。为此，重庆需要在2021—2030年对电力行业提供292亿元绿色投资。

4.1 电力绿色低碳发展前景和潜力分析

4.1.1 发展前景

国内外的电力系统都在经历深刻的变革。这种变革背后的基本驱动力有三个：第一，可再生能源发电成本的快速下降将导致电力供给侧的变革；第二，电动车、屋顶光伏以及储能系统等分布式能源的发展使得需求侧扮演更重要的角色，分布式发电正在成为集中式发电强有力的补充；第三，电力系统的数字化加强了供给和需求之间的连续性，为电力需求的动态匹配和调度提供了可能性和可靠性。这些趋势将从根本上改变电力系统，在加速系统低碳化的同时提升效率和稳定性。

在这个背景下，考虑到中国电力体制的改革进程，将更多依赖市场配置资源逐步达成供应多元、效率提升、节能环保等多项目标。电力系统的转型需要创建必要的政策、市场和监管环境，建立规划方案以及技术方案。对重庆电力系统进行低碳化改革符合国内外发展的整体趋势，其目标设定、政策设计应对标国内外的最佳实践，结合自身优势，更好地服务于重庆经济社会发展的总体目标和城市定位。

未来十年，作为基础行业，重庆的电力发展将围绕全市经济发展需求，服务于建设城乡统筹发展的国家中心城市、基本建成长江上游地区

经济中心以及确保如期实现小康社会等战略部署。在“新常态”的大背景下，重庆整体发展会出现动能转换、产业升级，重庆电力需求增速会出现增速减缓但是总量持续增加的局面，加之公众对于环境质量改善的迫切需求，这正是电力行业寻求进一步结构优化、提质增效的关键时期。

2020年重庆的全社会用电量为1187亿千瓦·时，在31个省份中排名第23位，四个直辖市中排名第二（见图4-1）。2020年人均用电量约3770千瓦·时/人，低于全国平均水平。如果如期于2035年实现小康社会，以及2050年实现成为发达经济体的国家战略目标，重庆的人均电力消费会有大幅增加。其工作应以挖掘可再生能源潜力、提升电源效率、积极发挥需求侧作用等几方面为主，同时加快电力体制改革进程，以电改总体目标为出发点积极参与试点示范，从而在确保用电需求的前提下降低电力系统的碳排放。

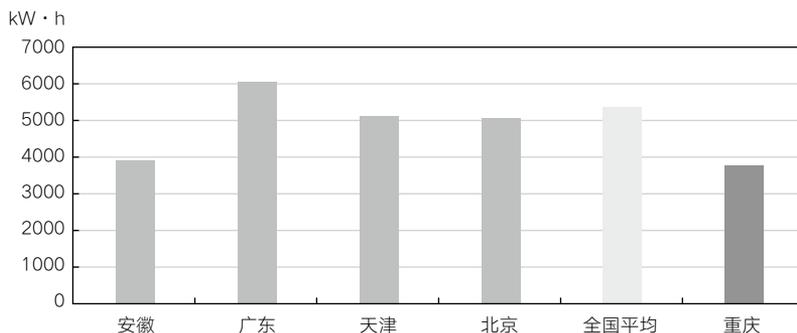


图4-1 国内人均用电量比较^①

在国家2030年碳达峰、2060年碳中和的大环境下，重庆未来消纳可再生能源电量将逐步上升，而可再生能源普遍存在季节性、出力不稳定等问题，为了维持电网安全运行，在大规模储能设施及调节电源建成前，还需要利用火电作为基础电源及主要调峰电源。建议未来：一是深度论证在高比例新能源装机下，电网运行的安全性和灵活性。二是研究

^① 来源：每日经济新闻. 全国用电排名来了，这些省份超发达国家水平！你的家乡排第几？[EB/OL]. (2019-02) [2020-04-05]. <http://www.nbd.com.cn/articles/2019-02-05/1297796.html>.

提出可行的火电替代电源方案。三是研究辅助服务市场机制，确保调节及储能电源的发展具备可持续性。

4.1.2 潜力分析

重庆电力行业减排潜力分析的基础是对重庆电力行业现状以及不同能源品种的经济/技术可开发量（最大潜力）进行准确的了解和判断。对于中长期趋势预测来说，技术可开发量更加重要。近年来，对可再生能源技术可开发量的预测变化比较大，除水电外，光伏、风电以及生物质能的技术可开发量预测呈快速上升的趋势。这一方面是由于可再生能源技术发展迅速，风电、光伏的发电效率不断提升；另一方面是因为一些可再生资源潜力与其他跨行业因素相关，这部分预测数据更新也较快。以光伏发电为例，影响其技术可开发量的指标包括地区建筑面积、地区开阔地面积以及所在地用电需求时长等。其中建筑面积变化非常大，开阔地面积在结合GIS等技术手段后也会有所增加。鉴于此，对于重庆光伏的技术可开发量的判断，从2010年的预测值100MW^①，更新为2019年的42600MW^②。因此，在设定可再生能源发展目标时，国家及不同省市都出现过实际安装或发电量大大超过预期的情况。重庆应以此为鉴，在政策制定过程中，既要符合实际也要适当提升目标，并对政策进行定期更新，更好地服务于电力系统低碳转型目标。

电力行业的低碳转型是重庆实现2030年前达峰和2050年近零碳排放目标的关键。清华大学的研究认为，电力行业的峰值必须早于全经济范围峰值。未来十年，仅延续既定的政策方向，考虑重庆既有的电力结构以及正在执行的政策措施，电力部门节能减排对重庆实现温室气体提前达峰有支持作用。若能在现有政策行动基础上，对标国内外先进地区，

① 高虎，樊京春. 中国可再生能源发电经济性和经济总量 [M]. 北京：中国环境科学出版社，2010.

② 国家可再生能源中心. 可再生能源数据手册 [R]. 2019.

充分挖掘可再生能源潜力，特别是分布式光伏在建筑中的利用，扩大外调电中可再生能源比例，提高电厂能效，有序淘汰煤电落后产能，并有效落实碳排放权交易机制，重庆电力部门碳排放有希望在2028年左右达峰，并在2040年实现近零目标。

本研究根据重庆电力绿色低碳转型的发展的现状和潜力，设定了不同发展情景。在满足重庆经济社会发展所需的电力服务前提下，未来不同政策和技术选择将会决定电力行业的能源消耗、污染物和温室气体排放情况，三种情景包括：

①参考情景：考虑现有政策、参考国际能源署的基准情景假设并根据历史数据得出的技术可行的能源效率、能源结构等变化趋势。

②达峰情景：延续《重庆市“十三五”能源发展规划》《重庆市贯彻国务院打赢蓝天保卫战三年行动计划实施方案》《重庆市全面实施燃煤电厂超低排放和节能改造工作方案》《关于建立健全可再生能源电力消纳保障机制的通知》以及《电力发展“十三五”规划》等可预计的政策力度。

③近零情景：在达峰情景基础上，最大限度地提高可再生能源装机，提高外调电比例，淘汰所有火电装机，增加热电联供机组比例以及实施有效的碳排放权交易机制，实现深度减排。

我们的模型对于几种情景的预测结果如下：

在参考情景下，电力行业燃料燃烧产生的CO₂将从2018年的6160万吨增加到2050年的1.7亿吨。在达峰情景下，到2050年，电力行业的CO₂排放没有峰值，呈缓慢上升的趋势，2050年CO₂排放为9600万吨左右。在近零情景下，电力行业的CO₂排放将在2028年达到峰值7123万吨，随后快速降低，到2040年基本实现近零碳排放（见图4-2）。

达峰和近零情景的电力行业排放在2028年峰值以前差异不大，但电力结构已经有明显区别。由于近零情景着眼于2050年，有序淘汰煤电落

后产能以及可再生能源推广政策力度更强，所以在达峰之后呈现快速下降的趋势。

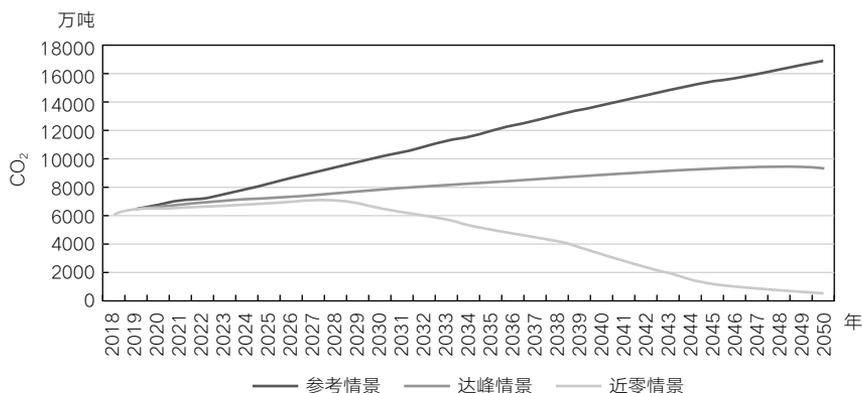


图4-2 各情景下电力排放预测

在达峰情景下，非化石能源电力占比从2030年到2050年逐渐增加，从48%增加至69%，比参考情景有大幅提升；在近零情景下，非化石能源的装机和发电量都有大幅提升，其中发电量占比在2030年和2050年分别为60%和89%（见图4-3）。

在达峰情景下，电力行业的减排政策主要包括有效的碳排放权交易；增加外调电，特别是外调水电的比例；通过可再生能源配额制增加可再生能源发电等。政策强度主要参考《“十三五”能源发展规划》，适当增加可再生能源比例，暂不考虑更大力度的淘汰煤炭发电、提升系统的弹性和效率等措施。

在近零情景下，电力行业额外需要采取的政策包括加速淘汰所有煤电装机、大幅提升可再生能源在发电中的比例，电网灵活性的改造以及增加储能装机等，将电力的供给、需求以及输配进行系统性转型（见图4-4）。输配电以及储能政策可能在减排贡献上不及可再生能源和碳价格（碳排放权交易）等政策，但其关键的功能是增加电力系统的弹性，为大规模可再生能源并网提供便利条件。

重庆碳中和与绿色金融路线图研究

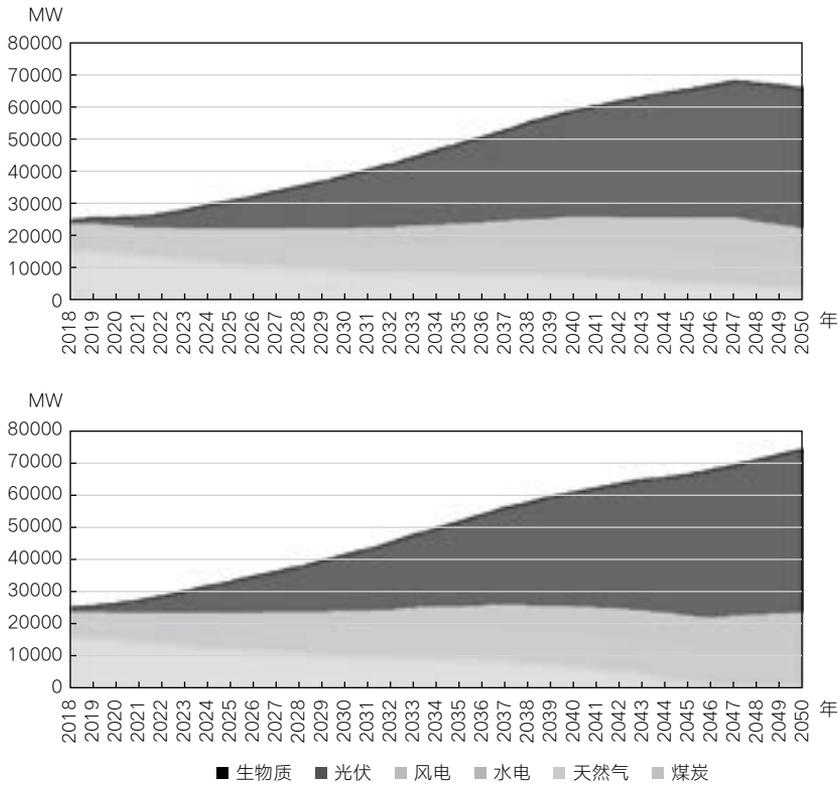


图4-3 达峰情景及近零情景下电力行业装机结构（上：达峰情景；下：近零情景）

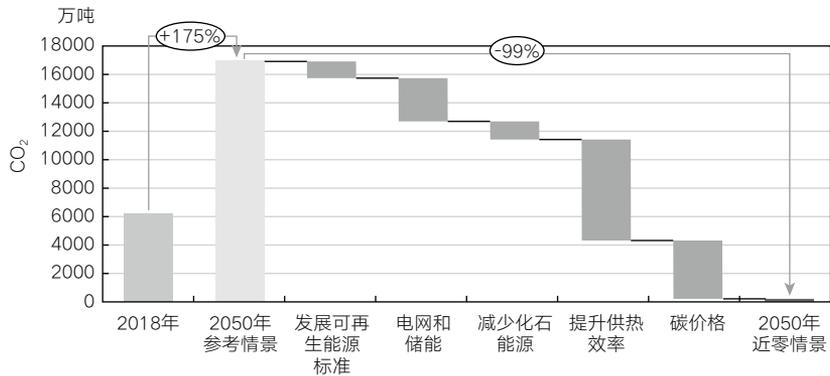


图4-4 近零情景不同政策的减排贡献

根据本研究模型分析，在近零情景下，这些措施在2021—2030年间相对于参考情景所需要的累计额外投资预计为292亿元，2021—2050年累计额外投资为735亿元（见图4-5）。

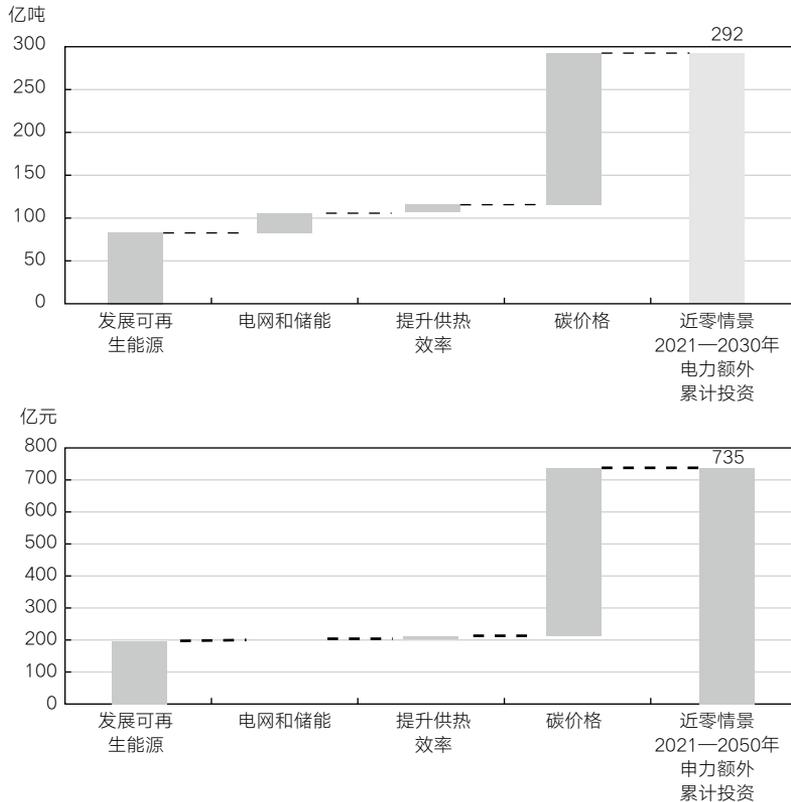


图4-5 近零情景下电力行业累计额外投资

4.2 主要减排途径

基于重庆现状和情景分析结果，结合国内外技术发展路线，重庆电力领域实现低排放的主要路径包括：提前淘汰煤电厂、大幅提高可再生能源发电比例、提高外调电比例、实施有效的碳排放交易权、大力推广零碳能源项目、发展“绿色+数字”综合智慧能源系统、提高系统灵活性的改造以及增加储能装机等。鉴于重庆的能源和电力行业缺少面向2050年的统领性文件，建议提出《重庆能源生产和消费革命战略（2021—2050）》配合五年能源或电力规划，将长期目标反映到近期的工作计划中，确保目标的落实。

电力行业的战略规划文件需要对未来20~30年的经济增长进行预判以扩大电力基础设施的投资建设，满足经济发展的电力需求。在《重庆能源生产和消费革命战略（2021—2050）》中，应兼顾以下几方面来满足低碳转型的需求：①重新评估重庆可再生能源发展潜力，特别是分布式光伏的可开发潜力及其在配电网中的作用和影响；②整合发电规划和电网规划，整体提升系统效率；③突出需求侧在重庆电力系统中的重要作用；④整合电力行业和其他行业之间的关系，如电动车等，促进能源系统整合；⑤跨区域考量重庆的电力供应；⑥在高比例可再生能源的背景下，对系统灵活性进行综合评估。

4.2.1 煤电清洁减量开发

重庆在《“十三五”能源发展规划》中提出原则上不再新增燃煤电

源容量，并在有序关停小火电机组以及改造后仍不符合环保、能效标准的机组。在达峰情景中，政策强度主要参考现有的政策，关停的装机数量少，从2020年开始执行，目标是到2050年将30万千瓦以下机组淘汰。

如果要实现2050年近零排放愿景，电力行业的排放必须尽快达峰且快速下降。根据欧盟2019年发布的《欧洲绿色新政》显示，欧盟将打造一个净零碳的能源系统，主要依赖可再生能源发展，并加速煤电退出。清华大学的研究团队在开展全国中长期温室气体排放情景研究中也发现了相似的结论，不管是在达峰还是近零情景下，全国的电力行业排放都应该尽早达峰，为经济范围全达峰奠定基础。综合考虑，在近零情景下，重庆在2040年左右关停所有煤电厂，但保留部分天然气电厂。

4.2.2 发展可再生能源

挖掘可再生能源潜力，提升可再生能源发展目标。

由于水电在重庆电力结构中占有较高比例，重庆可以完成国家设定的非化石能源占能源消费量目标以及可再生能源消纳目标，但如果要考核非水电可再生能源电力消纳责任目标，重庆会面临比较大的挑战。如要达成2050年的近零目标，大力发展非水电可再生能源是重庆的工作重点。

对于重庆可再生能源的技术可开发量判断是指导中长期目标的关键参考。如前所述，重庆可再生能源技术可开发量的预测变化比较大，除水电外，光伏、风电以及生物质能的技术可开发量预测呈快速上升的趋势。根据国家可再生能源中心发布的《可再生能源数据手册2019》，重庆的风电和光伏的开发潜力分别为14020MW和42600MW，较之前的判断都有显著的上升^①。重庆2020年风电装机97万千瓦、光伏装机67万千

^① 对于重庆市可再生能源潜力的研究结果来自高虎，樊京春. 中国可再生能源发电经济性和经济总量 [M]. 北京：中国环境科学出版社，2010；国家可再生能源中心. 可再生能源数据手册 [R]. 北京，2019.

瓦，远远高于《重庆市“十三五”能源发展规划》中设定的1万千瓦的目标。这些研究和事实显示出，重庆对于可再生能源发电的潜力有过低的预判。在下一个规划周期内需要深入挖掘可再生能源发电，特别是分布式太阳能光伏的开发潜力。国内目前已经在资源条件优良以及市场消纳条件保障度高的地区着手建设平价上网试点项目。这会加快大规模可再生能源并网的进程。重庆市是西南地区唯一的受电省份，电力需求量大，城市中的分布式光伏发电能够较好地配合电力需求，具备大规模发展的基础。

4.2.3 智能电网和储能

电力系统灵活运行能够消纳高比例可再生能源，是电力系统转型的核心。系统调节能力不足会降低电力系统的稳定性或产生弃电的情况。除发电厂外，电网基础设施、需求侧响应、经济调度和储能是提供系统运行调节能力的关键。

(1) 需求侧响应

国内对于需求侧管理的试点始于2003年，鼓励通过需求侧管理的方式缓解一些地区出现的电力短缺问题^①。主要有三种方式：负荷转移、节能以及置换发电资源（鼓励高效能源使用）。2012年开展需求侧响应试点，试点地区采取灵活的需求侧响应政策来平抑电力需求峰值。如：补贴生产过程中可以中断供电的企业，并降低需求侧响应示范项目电价。

(2) 储能基础设施

国内的储能行业已经逐步从示范向商业化过渡。储能的应用场景主要是在分布式领域，其次是可再生能源并网项目。截至2016年，中国储

^① 中国电力企业联合会电力统计与数据中心. 二〇一七年电力工业统计资料汇编 [M]. 北京: 中国统计出版社, 2018.

能项目装机容量达到2430万千瓦，其中大多数是抽水蓄能电站，电池储能只占其中的1%。但2016年之后，电池储能迎来了爆发式增长，当年装机10.14万千瓦，比2015年增长近3倍。2017年国家发改委、财政部等部门联合发布了《关于促进储能技术与产业发展的指导意见》，鼓励发展需求侧分布式储能系统，并规范了系统的准入标准。对于重庆来说，主城区可以考虑分布式储能，库区或水电丰沛地区可以考虑抽水蓄能。

（3）清洁外调电力

重庆在跨省跨区电力交易积累了大量的经验。2020年外购电量占总用电量的33%，这很大程度上降低了重庆电力行业的低碳转型压力。除了邻近省份四川的水电外，重庆还在新疆、陕西等电力大省搭建输配电通道，满足重庆的用电需求。在本地火电电源不增加的情况下，重庆的用电需求增量主要由外调电来满足。重庆可以借助这个优势，结合自身经验寻求通过电力交易和搭建输电通道确保电力行业达成安全和清洁的双重目标。

4.2.4 电力体制改革促进系统转型

重庆的电力系统低碳化转型要借力全国电力体制改革的总体进程。除了关注需求、供给以及输配电环节的技术和经济方面以外，还需要通过改进系统运行方式、更新机制设计来推动改革进程。系统运行效率的提升包括可再生能源发电预测以及优化现有的调度机制，此外，重庆应根据自身需求积极参与电力现货市场、辅助服务市场、可再生能源综合消纳、水电储能联合运行等试点示范项目。



第 5 章

工 业

重庆市作为全国重要的老工业基地之一，是重庆经济增长和容纳就业的重要支柱。2019年习近平总书记视察重庆时强调，重庆要把制造业高质量发展放到更加突出的位置，加快构建市场竞争力强、可持续的现代产业体系。重庆市始终将工业作为国民经济的重要支撑部门，提出了中长期发展愿景。2020年，重庆市建设国家重要现代制造业基地。2025年，基本建成链群完整、生态完备、特色明显、质量效益显著的国家先进制造业重镇。2035年，重庆制造业达到世界制造强国中上等水平，具有较强国际竞争力的跨国公司和产业集群，在全球产业分工和价值链中的地位明显提升。

工业部门是重庆终端能源消费和 CO₂ 排放的第一大部门。2017 年，工业占全市终端能源消费量的 64.2%^①，占全市能源消费总量的一半以上。在节能工作持续推进下，重庆工业能源利用效率取得明显改善，但是与国家水平及先进城市相比仍有差距，2016 年重庆单位工业增加值能耗比国家水平高出 1.3 倍，比广州、北京、成都和深圳分别高 1.2 倍、1.4 倍、1.43 倍和 2.3 倍。

在工业节能减排领域，2018 年重庆公布《重点用能企业能效赶超三年行动计划（2018—2020 年）》，2019 年颁布《重庆市推动制造业高质量发展专项行动方案（2019—2022 年）》，都将助力于重庆工业的低碳绿色转型。工业低碳化是全球实现碳中和的难点，随着全球应对气候变化和碳壁垒的出现，零碳零废工业的技术可行和规模化发展也会成为新的经济增长点。若在现有基础上，对标国内、国外尤其是欧洲先进地区，继续深化工业节能减排，发展零碳工业，重庆工业部门碳排放将在 2020 年提前达峰，并在 2050 年能源相关排放下降到 2000 万吨以下。为此，重庆需要在 2021—2030 年为工业部门提供额外累计 162 亿元的绿色投资。

^① 重庆市统计局. 2018年重庆经济结构性分析报告 [R]. (2018-11-23)[2021-03-25]. http://www.cqzx.gov.cn/cqzx_content/2018-11/23/content_478685.htm.

5.1 工业绿色低碳发展前景和潜力分析

5.1.1 发展前景

未来30年，重庆工业将保持良好的发展态势，继续为重庆经济繁荣、社会和谐持续发挥强有力的经济助推器和稳定器作用。立足现有基础，重庆加快推进工业高质量发展，将重庆建成创新、低碳、循环、绿色引领的全球制造业强市。

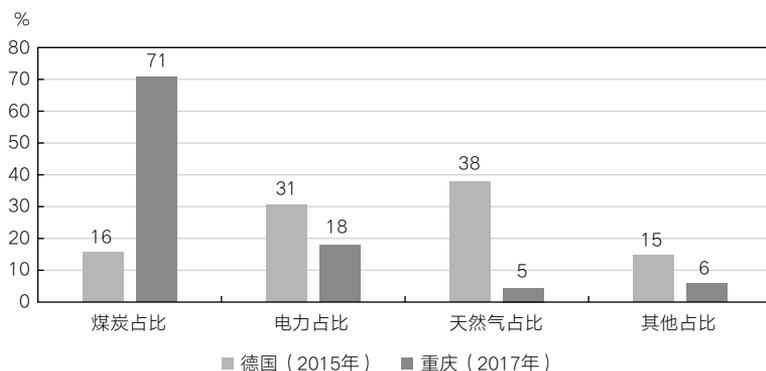
2019年颁布《重庆市推动制造业高质量发展专项行动方案（2019—2022年）》对重庆市目前到“十四五”期间的工业绿色低碳转型工作提出要求：将绿色制造作为发展先进生产方式的重要内容，坚持走生态优先、绿色发展道路，推广绿色节能节水节材和污染防治工艺技术设备，大力发展循环经济，加快建设绿色工厂和绿色园区，全面降低工业发展的能耗物耗水耗和污染排放水平。

到2020年，规模以上工业企业单位增加值能耗较2018年累计下降3.5%；到2022年，规模以上工业企业单位增加值能耗较2018年累计下降7%。2019—2022年将重点实施绿色制造体系示范工程和重点用能企业能效提升工程。到2020年，创建市级绿色工厂和绿色园区100家，国家级绿色工厂和绿色园区25家，全市300家重点用能企业单位工业增加

值能耗累计下降8%，实现节能70万吨标准煤。到2022年，创建市级绿色工厂和绿色园区200家，国家级绿色工厂和绿色园区50家，开发10种国家级绿色设计产品，完成200家企业开展自愿清洁生产审核，到2022年累计完成350家企业开展自愿清洁生产审核。

从中长期看，随着大数据、智能化、信息化、自动化等创新生产方式和节能环保技术与工业不断融合渗透，重庆工业结构、产品结构、能源消费结构很可能发生根本性变化，会影响单位产出的能源利用率，助力工业绿色低碳转型，为全市节能和减少碳排放作出巨大贡献。

德国可作为重庆制造业高质量绿色低碳转型的标杆。德国是全球发达经济体中拥有最完备工业体系和最顶尖制造业的国家之一。2017年制造业增加值占全国GDP总值的23.4%，远高于法国（12.7%）和英国（10.1%）。德国在钢铁、铜和铝、化工、机械工程和工厂建设、汽车、光学、医疗设备、绿色技术、武器装备、航空产业和增材制造（3D打印）等产业居全球领先地位。



项目	单位	重庆	德国	重庆/德国
工业增加值	亿元 (2010年美元不变价)	1106.81	10681.9	10.36%
能源燃料消费总量	百万吨标准煤	39.34	89.15	44.12%
能源相关CO ₂ 排放	百万吨	70.41	114.51	61.48%
能源强度	吨标准煤/千元 (2010年美元不变价)	0.36	0.08	430%
二氧化碳强度	吨/千元 (2010年美元不变价)	0.64	0.11	590%

图5-1 重庆和德国工业能源消费和碳排放现状比较

同德国相比，重庆工业绿色低碳转型存在巨大节能和减碳空间（见图5-1）。重庆工业增加值、能源消费总量和能源相关CO₂排放量分别是德国的10.36%、44.12%和61.48%。重庆单位GDP能耗和CO₂排放则分别是德国的430%和590%；从工业终端能源消费构成上，重庆工业煤炭消费占工业终端能源消费的71%，比德国高出将近55%^{①②③④}。

5.1.2 潜力分析

未来十年，工业部门是重庆实现节能减排减碳的关键领域。在现有政策行动的基础上，对标国内外先进地区，提升工业能效，工业内部结构升级和转型，燃料电气化，提前布局零碳排放行动，减少高耗能产品的不合理需求和提高资源再生循环利用。

到2050年，重庆市工业增加值占GDP比重从2015年的35.4%下降到26%左右。未来产业转型方向优先发展高附加值的装备制造和新兴产业，工业内部和产品结构，以提高增加值率为主要趋势。高耗能行业增加占规模以上工业增加值比重从2015年的17.5%下降到2050年的7%左右。钢铁、建材等行业的原材料产品产量在“十四五”期间基本达到峰值水平，化工、建材、钢铁和有色行业能源消费比重仍保持在较高水平，在工业部门中居于主导地位。

2018—2050年，重庆工业部门碳排放有望以年均6.2%的速率快速

① Federal Ministry for Economic Affairs and Energy. National Industrial Strategy 2030: Strategic guidelines for a German and European industrial policy [EB/OL]. (2019-05-02) [2020-05-06]. <https://www.bmwi.de/Redaktion/EN/Publikationen/Industry/national-industry-strategy-2030.html>.

② Martin Orth. Industrial Germany: six strong numbers [EB/OL]. (2018-08-04) [2020-01-24]. <https://www.deutschland.de/en/topic/business/germanys-industry-the-most-important-facts-and-figures>.

③ Working Group On Energy Balances (AGEB). Evaluation Tables of the Energy Balance for Germany 1990-2016 [EB/OL]. (2017-07-08)[2020-02-13]. https://ag-energiebilanzen.de/index.php?article_id=29&fileName=ausw_07082017ov_engl.pdf.

④ The World Bank. The World Bank Data: Industry (including construction), value added (% of GDP) - Germany [EB/OL]. (2020-03-01) [2020-05-06]. <https://data.worldbank.org/indicator/NV.IND.TOTL.ZS?locations=DE&page=4>.

下降，工业部门增加值在增长3.4倍的同时，工业能耗下降89%，以更清洁的能源，创造更多高附加值的产出。为此，重庆需要在2021—2030年为工业行业提供累计增加162亿元额外绿色投资，2021—2050年累计额外投资增加1602亿元。

本报告基于对重庆工业发展现状的分析，结合国家和重庆节能减碳工作要求，以及对未来产业结构、能源结构、技术进步和消费行为模式的转变的判断，设定了三个情景分析工业部门中长期能耗和碳排放水平。情景基本描述如下：

参考情景（RE）：该情景以重庆和国家2020年前节能减排和发展目标及相关规划为参考，继续延续“十三五”期间相关节能减碳政策力度。

达峰情景（EP）：这一情景主要强调支持重庆2030年前碳排放达峰目标的实现。2020年后在延续重庆市《重庆市推动制造业高质量发展专项行动方案（2019—2022年）》和国家《中国制造2025》的产业发展、节能减排的目标及政策力度基础上略有提高。

近零情景（NZ）：该情景是以确保21世纪末温升控制在2℃以内为目标约束，支持重庆在2050年左右接近净零碳排放，在这一情景下，在进一步强化结构调整，提高经济可行的工业节能减排先进技术的应用水平，控制高耗能产品需求水平等基础上，也要加大CCS/CCUS等前沿性技术的推广应用，电力和天然气对煤炭利用基本完全替代。在此情景下，没有考虑绿色氢能对化石能源的替代。这一情景结果支持工业高质量转型和长期气候目标的实现，应是城市积极追求的目标。

三个情景分析结果如下：

在参考情景下，工业部门^①在2018—2030年能源相关CO₂^②基本处于平台期，排放维持在8000万吨左右，随后以年均1.1%速率下降，2050

① 含建筑业、绿色氢能行业排放。

② 不包括工业过程的CO₂排放。

年在6400万吨上下。工业部门温室气体CO₂排放将从2018年的1.3亿吨下降到2050年的1.2亿吨，下降约11%。

在达峰情景下，工业部门能源相关CO₂排在2020年左右达峰，2021—2030年，以年均1.5%速率下降，到2030年排放减少到6600多万吨；2030—2050年以年均2.0%速率下降，到2050年排放减少到4200万吨左右（见图5-2）。工业部门温室气体CO₂排放2030年下降到1.2亿吨，2050年下降到8600万吨。在近零情景下，工业部门能源相关CO₂排在2020年左右达峰，2021—2030年，以年均4.6%速率下降，到2030年排放减少到4600多万吨；2030—2050年以年均4.2%速率下降，到2050年排放减少到2000万吨左右。

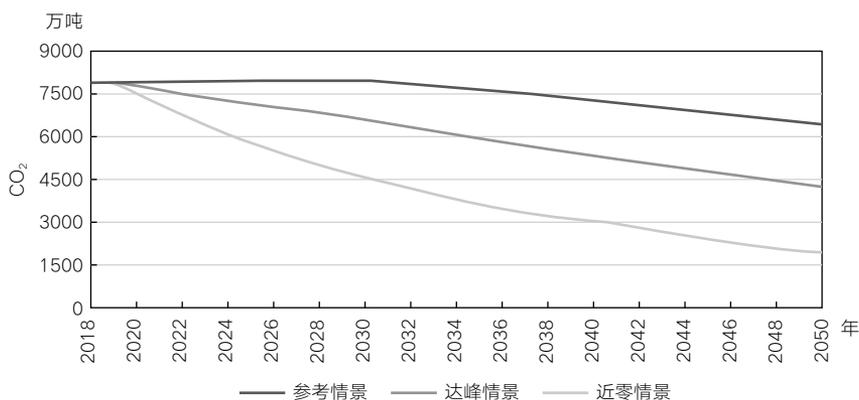


图5-2 各情景下工业部门排放预测

三个情景下工业部门能源强度均保持下降（见图5-3）。其中，参考情景到2050年，工业部门能源强度相对于2018年下降70%，2018—2050年年均降幅为3.8%；达峰情景下，2050年工业部门能源强度相对于2018年下降77%，2018—2050年年均降幅为4.9%，比参考情景年均降幅提高1.1个百分点；近零情景下，2050年工业部门能源强度相对于2018年下降86%，2018—2050年年均降幅为7.0%，比参考情景年均降幅提高3.2个百分点。

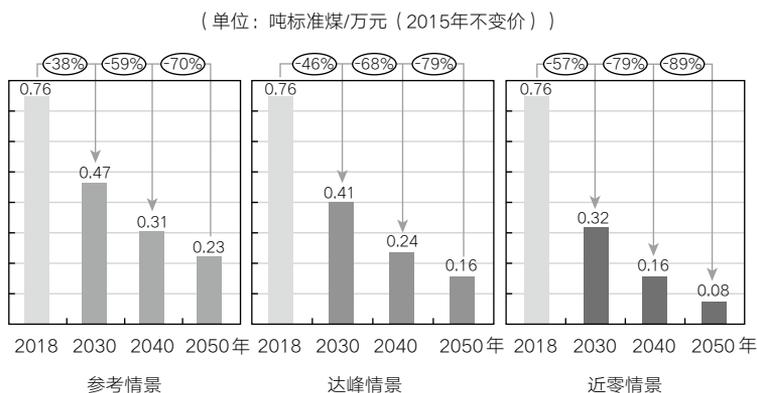


图5-3 不同情景下工业部门能源强度下降情况

参考情景下，终端能源消费在2021—2030年缓慢上升，2030年后基本进入平台期，2050年比2018年增长13%；达峰情景终端能源消耗从2020年开始下降，2050年比2018年下降20%左右。近零情景的终端能源消耗从2020年开始比达峰情景以更快速率下降，2050年能源消费在1700万吨标准煤，比2018年下降了60%左右（见图5-4）。

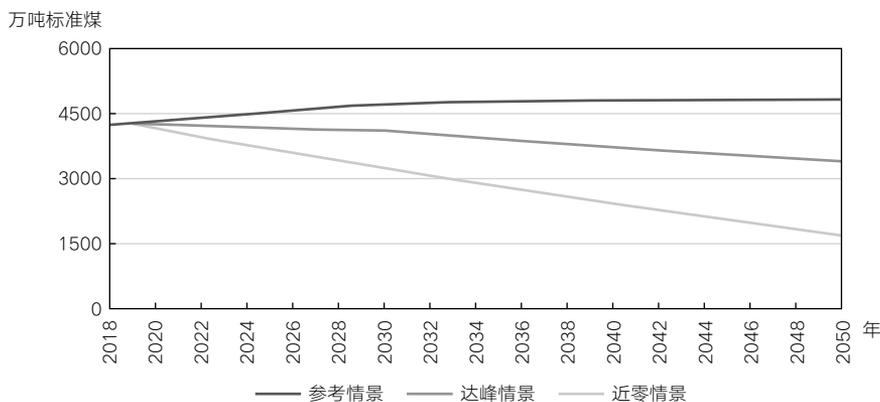


图5-4 不同情景下工业部门能源消费

从能源结构上，三个情景都呈现“减煤、增气、增电、平油”的能源清洁化趋势。参考情景下，煤炭消费占比从2018年的68%下降到2050年的38%，电力消费从2018年的19%上升到34%。达峰情景下，煤炭消

费占比从2018年的68%下降到2050年的29%，电力消费从2018年的19%上升到38%。近零情景下，作为燃料使用的煤炭消费基本被电和天然气替代，其占比从2018年的68%下降到2050年的1%，电力消费从2018年的19%上升到49%，天然气消费从6%上升到40%（见图5-5）。

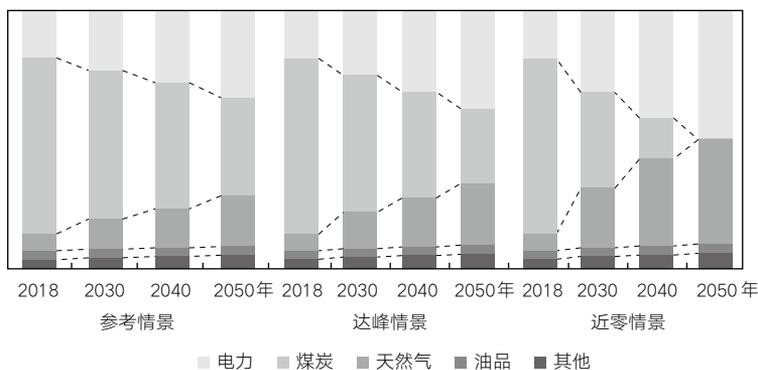


图5-5 工业部门不同情景能源消费结构

在达峰情景下，2030年能源相关CO₂减排贡献最大的工业能效提升政策，贡献630万吨减排量。其次，工业电气化政策（贡献306万吨）及碳价格（碳排放权交易）政策，最低贡献是工业高质量发展政策。

在达峰情景下，2050年温室气体排放CO₂减排贡献最大的是工业能效提升政策，其次为碳价格（碳排放权交易）和工业电气化政策、工业零碳行动、工业高质量发展政策等。

在近零情景下，2030年能源相关CO₂减排贡献最大的工业能效提升政策，贡献957万吨减排量。其次是工业电气化政策、工业高质量发展政策和跨行业政策。

在近零情景下，2050年温室气体减排贡献从高到低排名分别是工业电气化政策、工业零碳行动、工业能效提升、工业高质量发展和跨行业政策（见图5-6）。

重庆碳中和与绿色金融路线图研究

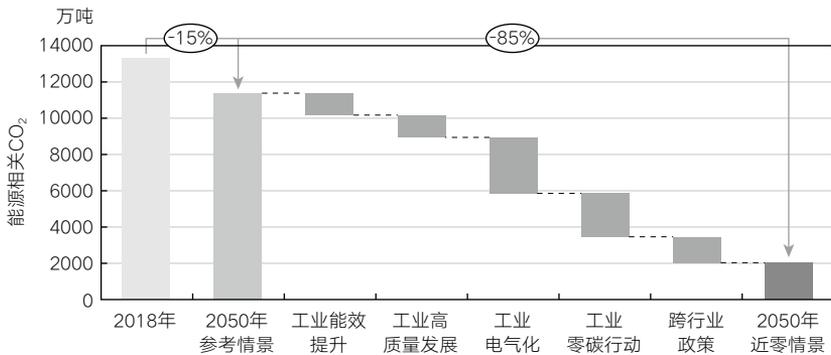


图5-6 近零情景下2050年工业部门各措施的减排贡献分析

根据本研究模型分析，在近零情景下，这些措施在2021—2030年间相对于参考情景所需要的额外投资累计预计162亿元，2021—2050年额外投资累计1602亿元（见图5-7）。

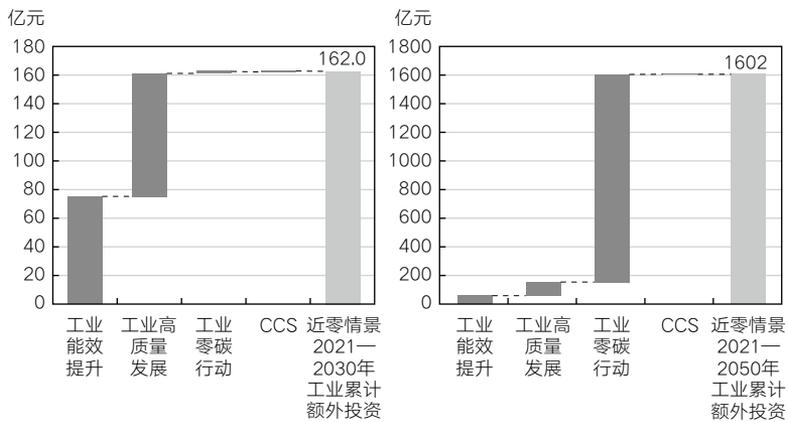


图5-7 工业部门近零情景下各措施累计额外投资

5.2 主要减排途径

5.2.1 大幅提升工业能效

提高能效，继续实施重点企业能效领跑者计划，鼓励具有先进水平的能效技术、设备或产能的利用和发展，是重庆工业提质增效低碳转型的主要措施。到2030年，重庆高耗能行业的能效不仅要达到国际先进水平，甚至需要领先国际水平。如在钢铁、水泥、化工等高耗能行业实施能效标准，降低工业行业能耗。中国已经采取了万家企业节能低碳行动，制定了针对不同工业行业产品的单位产品能耗限额标准，并取得了良好的成效。未来应不断强化工业行业能效类标准的使用。

工业余热回收及利用，将工业企业生产环节中产生的中低品位余热用于发电，以及纳入供热管网用于工艺用汽和居民供暖，达到减少燃料消费的目的。在工业领域中消耗着大量的能量，最终都以低温热水的形式排放掉。为了提高能耗的利用效率，可采用能源品位提升的技术来回回收利用生产过程排放的热量，回收后的能量用于冬季供暖或生产工艺。

我国大中型企业吨钢产生的余热总量约占吨钢能耗的37%，余热资源非常可观。钢铁企业在焦化、烧结、炼铁和炼钢等生产环节中产生大量低品位热能可以用于发电。水泥行业也有大量余热发电的潜力。这需要重庆摸清现状，加强政策和技术引导，打破不同层面的制度和机制障碍，提高回收利用率。

提高系统效率是指以系统节能理论设计和改进企业设备的布局和组

合方式，优化相互之间的物质、燃料和信息的流动方式，提高资源利用效率，减少原料和燃料的消费。国家能源所研究认为，将企业放在产业园区内，从区域和园区层面优化产业间的物质和能量流动关系，可以有效提高能源梯级利用和物质循环利用效率。

5.2.2 工业高质量发展结构调整

高耗能产业发展对整个工业部门的碳排放起到关键作用。重庆“十四五”期间广泛开展行业准入公告管理，大力淘汰落后产能，建立完善过剩行业产能利用率跟踪预警机制；严格环保、能耗、质量、安全、技术等标准。重庆除了化工行业，其他高耗能行业的产品不能一直增长。

加快推动产品结构向高附加值、高效和高端转变。重庆产业结构不断优化，但工业结构占GDP仍旧保持一定比重，保证重庆制造强市的定位。工业内部发展质量和效率明显提升。通过合理的手段和措施，控制高耗能产品产量，重点满足国内需求，提高出口产品的附加值率。

5.2.3 工业零碳行动

钢铁、水泥和化工等高耗能生产过程的二氧化碳排放和非二氧化碳排在2030年后在工业中所占比重将逐渐提高，这部分政策需要重庆提前布局。如推进水泥熟料替代：推动工业废渣和火山灰等非碳酸盐原料替代传统石灰石原料，降低单位熟料的工艺排放。在低碳减排情景下，水泥熟料生产企业实现100%的非碳替代原料使用，熟料过程排放为零。建议编制《重庆2050年零碳工业转型规划》。

5.2.4 工业燃料替代

重庆工业部门能源结构优化落后于发达国家平均水平。2015年，重庆工业终端能源消费结构中，煤炭和焦炭消费比重在70%以上（不包

括加工转换部门),天然气和电力消费占比分别为18%和5%。美国、欧盟、德国和日本等发达国家和地区工业部门能源结构调整基本都采取了“电气化”和“去煤化”的发展战略。美国工业部门终端能源消费结构,煤炭比重从1950年的30%下降到2010年的不足5%。德国作为煤炭资源相对丰富的国家之一,2017年工业部门终端能源消费结构中煤炭比重为16%^①。

通过推行工业用煤改为使用天然气和电力的燃料替代政策,直接减少煤炭在工业部门的消费。电锅炉和燃气锅炉对燃煤锅炉的替代,不仅热效率提高,而且运行成本也低。通过加快电力部门电气化水平,更有利于工业生产方式与智能化、数字化深度融合,实现工业用能更加高效、清洁、低碳。

^① 熊华文,符冠云. 重塑能源:中国面向2050年能源消费和生产革命路线图(工业卷)[M]. 北京:中国科学技术出版社,2017.



第 6 章

交 通

习近平总书记曾指出，重庆地处西部大开发的重要战略支点，处在“一带一路”和长江经济带的联结点上，要“建设内陆国际物流枢纽和口岸高地”。2019年重庆成为全国交通强国示范区之一，可以预见，为实现国家战略定位，并满足本地交通服务需求，重庆交通行业的经济贡献和能源消耗都将在未来大幅增加。交通是能源消费和碳排放的主要领域之一，打造“零碳交通”体系，对推进能源结构调整，减少碳排放具有重要意义，目前世界各主要国家都在大力推动交通工具的电动化，并制定了燃油汽车退出时间表。根据国际可再生能源机构的数据，到2050年，交通部门的能耗将有58%来自可再生能源，每年的二氧化碳排放将由2015年的7.7G吨下降到3.1G吨。面向新时代发展机遇，注重交通发展的绿色低碳定位，

有助于重庆以较少资源消耗、较低污染和温室气体排放，提供清洁、高效、便捷的交通和物流服务，促进重庆提前实现温室气体排放峰值和 2050 年左右实现碳中和的目标。

重庆已经在交通节能减排方面领先一步。“十二五”初期即成为低碳交通运输体系试点，在建成智慧绿色高效的综合体系、大力推广新能源汽车、发展城市公交和轨道交通、船舶节能减排系统、提高交通管理水平和货运物流效率等方面取得极大成效。在未来十年继续沿既定的政策方向，交通部门节能减排将对有助于重庆实现空气质量改善目标和温室气体提前达峰目标。若在现有基础上，对标国内先进地区，补足短板，大幅度提升交通系统电动化，深化货运、船舶的绿色高效转型，提前布局绿色氢能交通，重庆交通部门碳排放将在 2025 年提前达峰，到 2050 年下降到 700 多万吨，仅为当前水平的 22%，考虑重庆整体的碳汇情况，基本实现近零排放。为此，重庆需要在 2021—2030 年间为交通行业的绿色低碳转型提供额外约 1152 亿元绿色投资。

6.1 交通绿色低碳发展前景和潜力分析

6.1.1 发展前景

未来十年，重庆交通基础设施水平将得到极大提升。交通强国建设试点的三大任务包括：内陆国际物流枢纽建设、都市圈交通一体化、长江经济带绿色航运发展。可以预见重庆将为建设西南地区综合交通枢纽，进一步完善“米字形”高铁网、公交化列车、立体互联的山城特色综合交通枢纽等，构建互联互通的基础设施网络（见图6-1）。

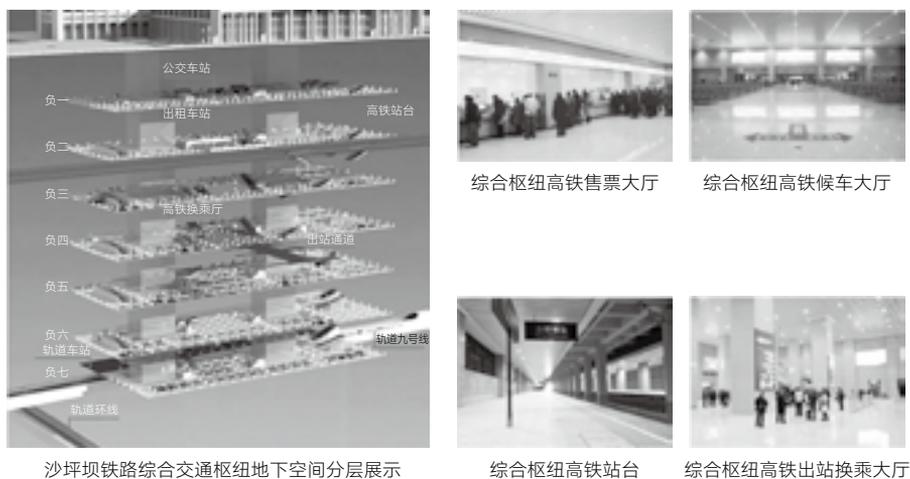


图6-1 综合交通枢纽示意图

未来三十年，重庆的交通服务需求还将随经济增长和生活水平的提高不断增加。重庆人均出行距离、人均拥有机动车量、人均货物周转水平都和发达地区以及发达国家相比还有很大差距（见图6-2）。

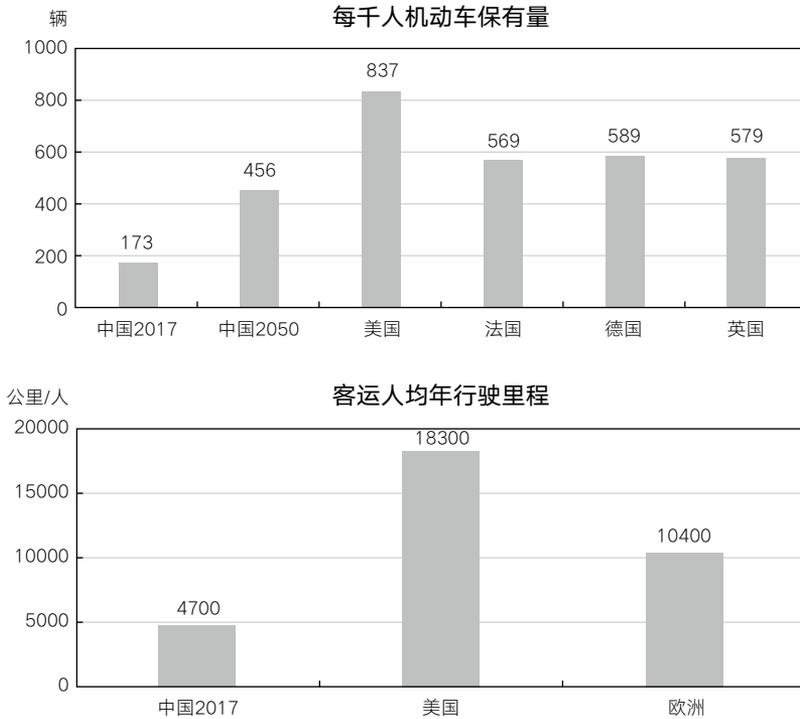


图6-2 中国与发达国家在机动车保有量和客运人均年行驶里程比较

（资料来源：世界银行；汽车之家网站）

重庆一直将交通领域节能减排作为重要工作。“十二五”初期，重庆作为国家发改委组织开展的低碳省区和低碳城市试点，同时被选定为交通运输部确定的10个低碳交通运输体系试点城市之一，部署《建设低碳交通运输体系试点工作方案》的工作，选定推进了12个试点项目，并于2014年发布《重庆市新能源汽车推广应用工作方案》。“十三五”期间，《重庆市“十三五”综合交通规划》将“构建智慧绿色高效的综合交通体系”作为核心内容之一，提出一系列提高交通基础设施和服务水

平的目标。此外，重庆早在2009年就成为国家推广节能与新能源汽车的“十城千辆”试点城市。《重庆市“十三五”控制温室气体排放工作方案》对交通部门的工作重点包括：推进“公交都市”创建活动，实施交通用能清洁化、交通运输工具高效化和交通运输智能化，累计推广10万辆新能源汽车，新增乘用车平均燃料消耗量降至5.0升/公里，淘汰黄标车4.6万辆，推广甩挂运输、不停车收费系统（ETC），实施船舶靠岸使用岸电技术改造。到2020年，主城区公共交通占机动化出行分担率达到65%，全市营运货车、客车、船舶单位运输周转量二氧化碳排放下降2%，城市客运单位客运量二氧化碳排放下降1.5%。

重庆交通低碳发展的潜力还未得到充分挖掘。重庆电动车发展进程明显低于全国和其他先进地区水平（见图6-3）。2018年底^①，重庆新能源汽车保有量仅为约3.6万辆，占总机动车保有量463万辆的不到1%；深圳的占比为8%，基本实现了公交出租全电动化。2017年，重庆纯电动车的市场占有率仅为2%左右，远远低于天津、北京、上海、杭州等地。重庆电动车产业发展也在过去几年的竞争中处于劣势，重庆力帆从2015年约2%的市场占有率，到2017年几乎销声匿迹。此外，货运污染攻坚战是国家《交通强国建设纲要》的核心战略之一，考虑重庆九成以上柴油供货车消费，柴油货车是导致空气污染和碳排放的主要来源，提高货运燃油经济性也将是重庆交通领域低碳转型的重头戏。

^① 数据来源于前瞻产业研究院《中国新能源汽车行业市场前瞻与投资战略规划分析报告》和公安部交通管理局微信公众号。

《重庆低碳绿色交通试点方案》《重庆市加快新能源汽车推广应用的实施意见》的思路，严格执行《重庆市推动交通强国建设试点实施方案（2021—2025年）》等。

③近零情景：在可预计的政策力度基础上，大大提高电动车发展，强化区域性燃油车燃油经济性上市标准，积极推动绿色货运和绿色船舶航运等；建议编制《大力发展交通电动化》《柴油货运绿色低碳发展行动方案》等相关政策文件，实现深度减排。

三个情景分析结果如下：

如图6-4所示，在参考情景下，交通行业燃料燃烧CO₂排放将从2018年的3385万吨增加到2050年的7648万吨，增长2倍多。在达峰情景下，到2050年，交通行业燃料燃烧CO₂排放为4600万吨。在近零情景下，交通行业燃料燃烧CO₂排放将在2025年达峰，峰值约4300万吨，随后缓慢降低，到2050年下降到754万吨。

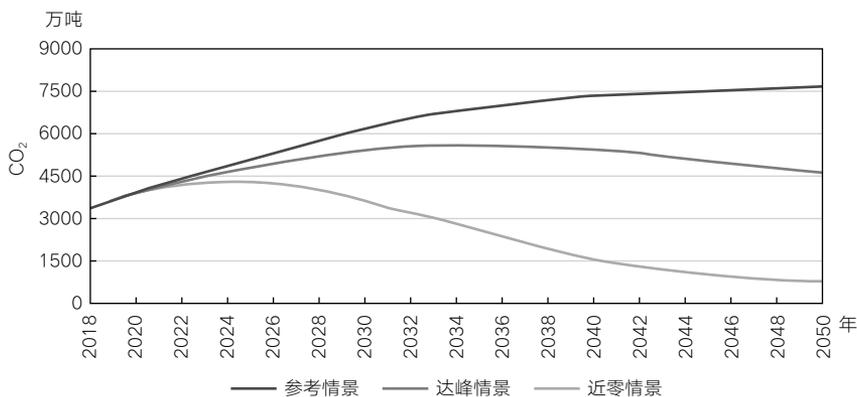


图6-4 各情景下交通部门排放预测

如图6-5所示，在参考情景下，交通终端能源需求从2018年的1700万吨标煤增加到2050年的4124万吨标煤，增长到2.43倍，能源结构变化不大，仍以柴油和汽油为主；在达峰情景下，交通终端能源消费从2018年的1700万吨标煤增加到2050年的3237万吨标煤，增长了1.90倍，能源

结构以柴油和生物质汽油为主；在近零情景下，能源消费从1700万吨标煤下降到1500万吨标煤，能源结构清洁化、低碳化，以电力和绿色氢能占比为主。

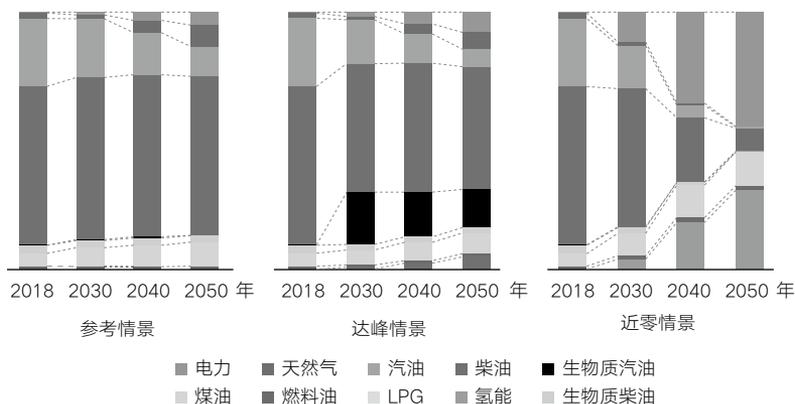


图6-5 各情景下交通部门能源消费结构

达峰情景下，客运交通2030年的每亿人公里碳排放强度相对于2018年下降35%，2050年下降73%；货运交通2030年的每万吨公里碳排放强度相对于2018年下降14%，2050年下降44%。在近零情景下，客运交通2030年的每亿人公里碳排放强度相对于2018年55%，2050年下降91%；货运交通2030年的每万吨公里碳排放强度相对于2018年下降39%，2050年下降94%（见表6-1）。

在达峰情景下，各政策措施的减排贡献如图6-6和图6-7所示，2030年减排潜力最大的交通行业政策是有利于公共交通出行基础设施布局和城市规划，以及道路交通的电动化。在2050年，最大减排潜力贡献则是道路交通电动化，其次为高效基础设施和城市规划、绿色氢能交通试点和提高交通工具效率，提高货运交通燃油经济性。

表6-1 不同交通类型排放强度变化

项目	全部	其中, LDV	其中, HDV
客运交通			
2050年碳排放强度下降	达峰情景: 73% 近零情景: 91%	达峰情景: 80% 近零情景: 99%	达峰情景: 35% 近零情景: 98%
2030年碳排放强度下降	达峰情景: 35% 近零情景: 55%	达峰情景: 37% 近零情景: 61%	达峰情景: 13% 近零情景: 38%
货运交通			
2050年碳排放强度下降	达峰情景: 44% 近零情景: 94%	达峰情景: 93% 近零情景: 99%	达峰情景: 39% 近零情景: 96%
2030年碳排放强度下降	达峰情景: 14% 近零情景: 39%	达峰情景: 85% 近零情景: 89%	达峰情景: 7% 近零情景: 37%

在近零情景下, 各政策措施的减排贡献如图6-6所示, 2050年减排潜力最大的交通行业政策是提高交通工具能源效率, 其中提高重型车燃油经济性标准贡献最大, 新出售的重型车燃油经济性需要到2050年提高60%, 对交通行业的减排贡献达30%。

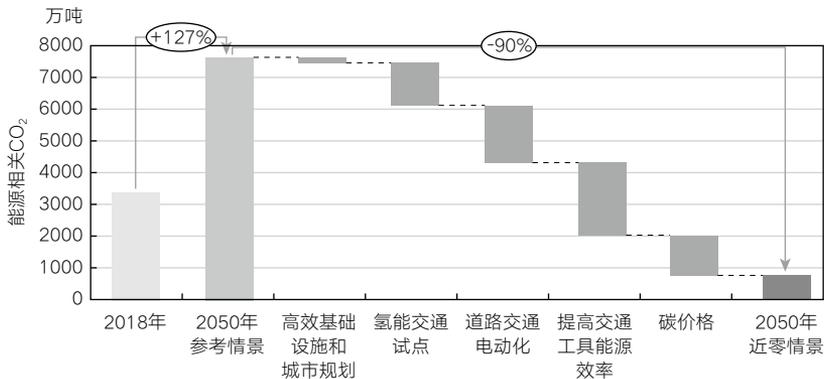


图6-6 近零情景下2050年交通部门各措施的减排贡献分析

需要指出的是, 虽然绿色氢能交通对于2050年减排贡献最大, 但2030年前减排贡献并不明显, 但尽早投资不仅为未来减排做好充分准备, 也会促进行业发展。

总结以上情景分析的减排贡献可以发现，交通行业的主要减排措施主要集中在进一步提高交通工具燃油经济性、交通系统电动化、公共交通体系以及提前布局绿色氢能交通。研究建议重型车燃油经济性标准是实现交通行业脱碳的关键，机动车电气化对碳减排也相当重要，并且随着电动公共汽车的大规模推广以及电力行业的深度脱碳，其减排潜力也增大，因此机动车电气化在近零情景下的减排潜力明显大于达峰情景。总之，两种情景都表明提高重型车燃油经济性可以显著减少碳排放。如果电力行业能够实现深度脱碳，那么机动车电气化尤其是重型车电气化将带来更大的减排成果。尽管轻型车燃油经济性标准似乎仅能带来少量的减排贡献，但这主要是因为我们认为中国将继续实施和遵守现行的严格标准。

根据本研究模型分析，在近零情景下，这些措施在2021—2030年间相对于参考情景所需要的累计额外投资预计为1153亿元，2021—2050年累计额外投资为1756亿元（见图6-7）。

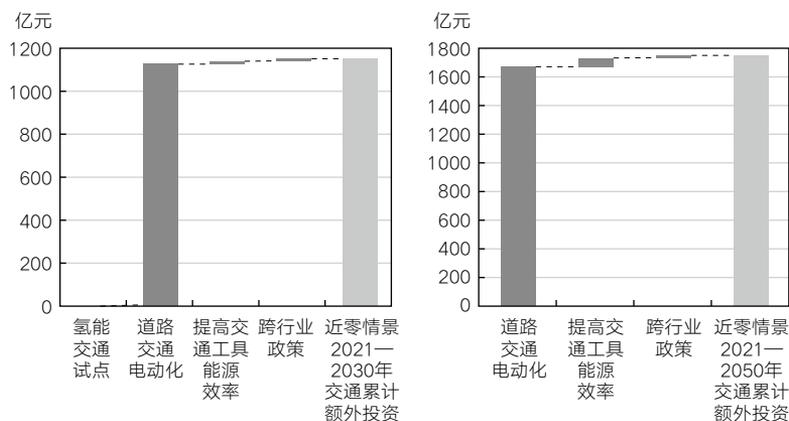


图6-7 近零情景下交通部门各措施累计额外投资

6.2 主要减排途径

基于重庆现状和情景分析结果，结合国内外技术发展路线，重庆交通领域实现近零排放的主要路径包括：公路交通系统电气化、交通工具大幅提效、继续发展高效便捷基础设施和提前布局绿色氢能交通。

6.2.1 加速公路交通系统电动化

电动车是全球主要经济体实现交通领域近零排放的核心技术路线。在中央和地方政策的大力扶持下，我国的新能源汽车市场飞速发展，无论是在绝对体量还是在发展速度上，都无国能出其右。电动车是比传统内燃机动力更高效的技术，即使在中国目前以煤为主的发电结构下，电动车全生命周期的碳排放可比同类燃油车降低20%~33%^①。考虑到重庆地区相对清洁的电力供给，大力推广电动车对重庆实现中长期减排将有关键贡献。如前所述，重庆电动车的发展和深圳等领先地位相比还比较落后，对于落实国家战略还需要付出更多努力。《交通强国建设纲要》提出2030年“推动城市公共交通工具和城市物流配送车辆全部实现电动化、新能源化和清洁化”，工信部也曾在有关文件中提出“我国将支持有条件的地方建立燃油汽车禁行区试点，在取得成功的基础上，并统筹研究制定燃油汽车退出时间表”。2019年3月，海南省出台了《清洁能源汽车发展规划》，规定2030年起全省全面禁止销售燃油汽车，成为全

^① 朱跃中，伊文婧，田智宇. 重塑能源：中国面向2050年能源消费和生产革命路线图（交通卷）[M]. 北京：中国科学技术出版社，2017.

国首个提出所有细分领域车辆清洁能源化目标和路线图的地区。

未来十年，建议重庆提出更具革命性的交通系统电动化目标，制定全国第一个有实际意义的《燃油汽车退出路线图》，实现交通领域深度减排。实现交通系统电动化的主要措施包括尽快增加电动车比例、提高电动车使用便利性、扩展充电基础设施，其实施成本和减排贡献率如下。

（1）增加电动车比例

公共汽车和运营车辆的电动化还处于起步阶段，纯电动车在13724辆公交车中的比例仅为4.5%，在23940辆运营车辆中的比例接近净零；由于对碳排放和化石能源供给的依赖，加速推动这两个领域的车辆电动化，提供绿色金融支持，应该迈出坚实的一步。

研究注意到，重庆早期发展清洁能源车主要强调天然气车的使用，在现有公共汽车中有65%为天然气车辆，虽然对于短期解决城市雾霾有一定的作用，但是长期来看，天然气燃烧带来大量氮氧化物排放，并导致细颗粒雾霾以及大量的碳排放锁定效应。中国电动客车已经处于国际领先地位，随着成本下降，天然气车已经完成了其历史使命。

（2）提高电动车使用便利性

研究表明^①，推广电动乘用车的措施中，提高使用便利性可能比补贴更有效果，这包括停车优惠、免除交通限行、企业提供的电池服务模式等更多选择，这些有利于减少“电动车驾驶焦虑”。图6-8显示了2015年中国主要城市新能源车市场占有率和其所采取激励和便利措施程度的关系。提高电动车使用便利性，有利于降低电动车推广的政府负担和成本。

^① 崔洪阳，金伶俐，周欢，等. 中国城市新能源乘用车激励政策评估 [R]. Washington, DC: 国际清洁交通委员会，2018.

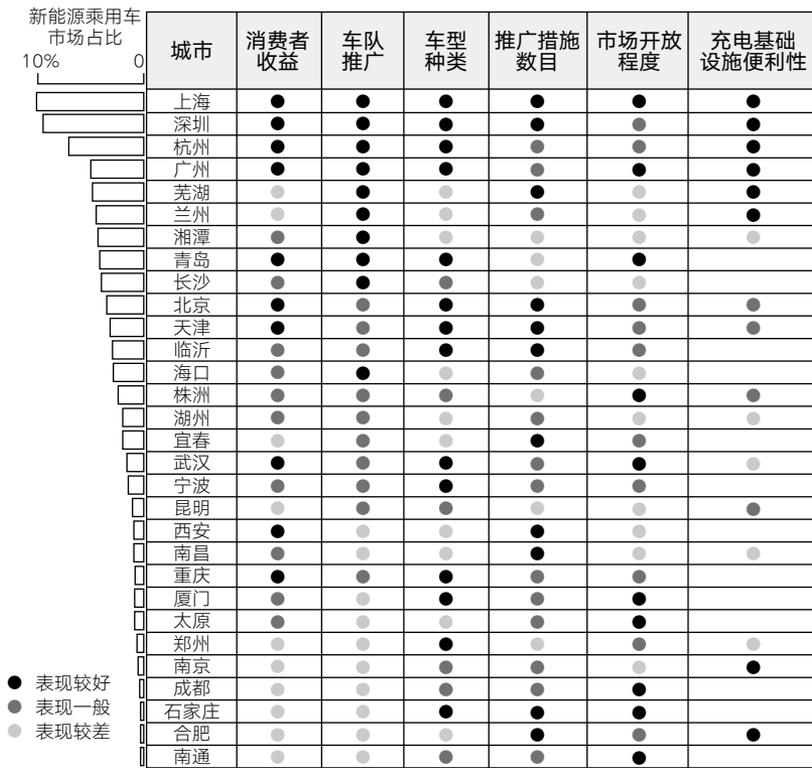


图6-8 2015年中国主要城市新能源车市场占有率及其所采取激励和便利措施程度的关系

(3) 扩展充电基础设施

建设密集、布点合理、有效可靠的公共充电基础设施网络是降低消费者“里程焦虑”的根本举措。重庆在此方面的政策力度还有待提高，资料表明，到2020年底，重庆全市力争建成15万个充电桩，主城区每条公路提供1座公共充电站；北京的目标是到2020年，配建电动汽车充电桩约43.5万个，在社会公共领域，形成不含山区的全市范围平均服务半径小于5公里的充电网络。建议电动汽车充电站、充电桩的分布可以参考建设部《城市道路交通规划设计规范》中的加油站服务半径规定，结合电动汽车自身的运行特点以及各区域的计算服务半径，按实际需要设定。

6.2.2 交通工具大幅提效

大幅度提高交通工具能源效率，仍然是交通部门实现大幅减排的重要措施，所需额外投资也相对较低，为此，几个比较重要的措施值得关注。一是提高货运车能源效率：《交通强国建设纲要》特意指出了“清洁货运”行动，货运尤其是柴油车效率提升潜力很大，建议梳理货运企业提升效率的项目库，结合国家补贴提供金融支持，加速升级换代；二是提高轻型乘用车能源效率，除了大力发展电动车，还可以探讨重庆本地区的乘用车上市标准略高于其他地区，美国加州就制定了严于联邦要求的燃油经济性标准；三是提升水运效率，重庆已经将其作为《交通强国试点方案》的亮点之一，值得逐个梳理出项目库，便于对接投融资渠道。

6.2.3 继续发展高效便捷基础设施

适逢新基建、新城镇化大发展的机遇，应继续延续重庆大力发展公共交通的势头，重点建设城郊公交体系和公交化铁路网；完善城区内慢行体系、绿道体系，供支持电动自行车、电动滑板车等绿色出行方式；将重庆公共交通分担率提高到北京、上海等城市水平。世界银行^①研究表明，重庆要实现绿色繁荣发展，进入国际大都市行列，2035年的绿色出行分担率还需要大幅度提升，包括公交提高到37%，慢行交通提高到43%等（见图6-9）。

^① 重庆市生产力发展中心. 重庆2035：迈向全球城市 [M]. 重庆：西南师范大学出版社，2018.

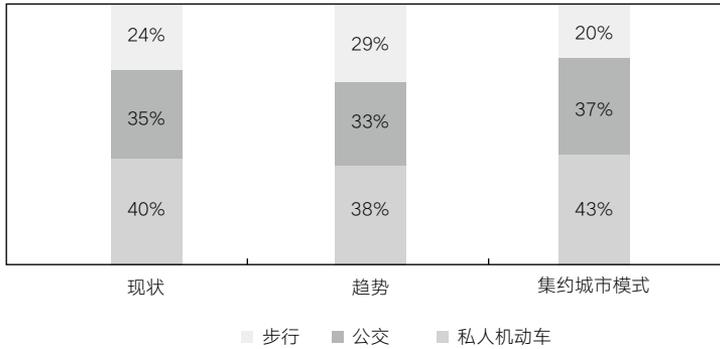


图6-9 重庆绿色发展需要继续提高公交出行分担率

6.2.4 提前布局绿色氢能交通

重庆具备发展绿色氢能产业的重要资源优势，有可能成为新的行业领先者。绿色氢能交通对于实现2050年近零排放愿景至关重要，绿色氢能在重型车尤其是重型货运的使用是交通部门实现零碳的关键（见图6-10）。落基山研究所认为^①，中国交通部门实现2050年零碳排放，全国2050年公路交通所消耗能源约30%将来自绿色氢能。重庆未来城郊公路系统以及货运体系，将成为绿色氢能交通发挥作用的重点领域。因此，尽早研发试点，将有利于重庆在此领域占领先机。

^① 能源转型委员会. 中国2050：一个全面实现现代化国家的零碳图景 [R]. 北京：落基山研究所，2019.

重庆碳中和与绿色金融路线图研究

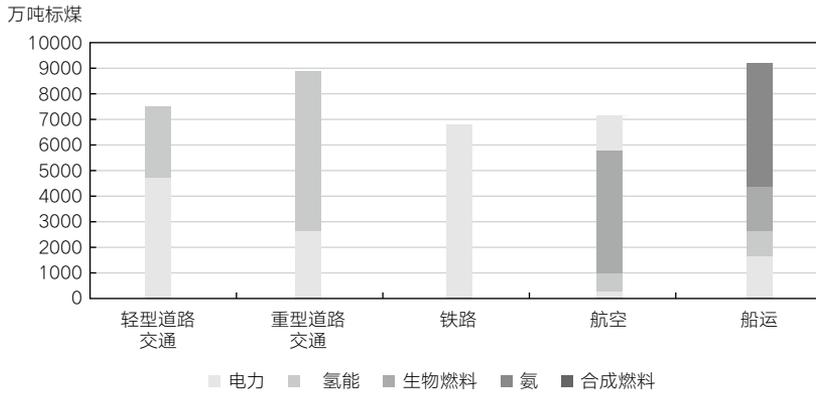


图6-10 中国2050年交通部门终端能源需求构成
(资料来源：能源转型委员会，落基山研究所项目组)

第 7 章

建 筑

重庆属于夏热冬冷地区，建筑领域人均及单位面积能源消耗和温室气体排放一直低于全国平均水平。2018年重庆的城镇化率已经达到65.5%，超过《国家新型城镇化规划（2014—2020年）》2020年60%的目标。然而，由于重庆市域面积广大，存在较为明显的“大城市、大农村”特征，市域范围内不同区县发展水平存在较大差距，随着人口和城镇化率的进一步提高，建筑总量还会有所增加；与此同时，随着居住舒适度要求的提升，建筑供冷供热服务的需求将不断释放；可以预见重庆建筑领域的经济贡献和能源消耗都将在未来大幅增加。根据《中国建筑能耗研究报告（2018年）》数据，2016年，中国建筑能源消费总量为8.99亿吨标准煤，占全国能源

消费总量的 20.6%；建筑碳排放总量为 19.6 亿吨 CO₂，约占全国能源碳排放量的 19.0%，其中电力和采暖碳排放分别占比为 46% 和 25%。随着城镇化率不断提高，建筑能耗和建筑排放还在不断升高。若能在建筑节能标准、建筑节能改造、零碳建筑和建筑管理等方面先行一步，则有可能避免建筑领域的碳锁定效应，实现跨越式发展，贡献于重庆提前实现温室气体排放峰值和 2050 年左右实现近零排放的目标。

重庆已经在建筑节能减排方面领先一步，积极参与了“可再生能源建筑应用示范城市”和“公共建筑节能改造重点城市”等试点示范。新发布的《关于推进绿色建筑高品质高质量发展的意见》以及《2020 年绿色建筑与建筑节能工作要点》对绿色建筑标准、发展超低能耗建筑和近零建筑等提出了新的要求。未来十年继续沿既定的政策方向，建筑部门节能减排将有助于重庆实现空气质量改善目标和温室气体提前达峰目标。若在现有基础上，继续大力提升建筑能效标准，加速建筑领域电气化转型，扩大既有建筑节能改造的范围，加大改造力度，大力推广低能耗建筑和可再生能源建筑利用规模化发展，重庆建筑部门碳排放将提前达峰并快速下降，并在 2050 年实现近零排放。为此，重庆需要在 2021—2030 年间为建筑领域提供 2251 亿元绿色投资，同时也将拉动 GDP 增长。

7.1 建筑绿色低碳发展前景和潜力分析

7.1.1 发展前景

2018年重庆建筑业增加值2331.09亿元，同比增长9.8%。建筑业增加值对于重庆地区生产总值贡献率达16%，拉动经济增长一个百分点。重庆自2008年起推广可再生能源建筑，推动每年新增面积超过100万平方米，2019年可再生能源建筑应用面积超过1500万平方米，新增绿色建筑6908.25万平方米，新增城镇建筑执行绿色建筑标准的比例达到66.42%^①。重庆可再生能源建筑应用项目建设中，主要为太阳能热利用和地源热泵两大类。其中太阳能利用已有大规模项目落地，尤其是太阳能热水工程，涵盖学校、酒店、住宅等建筑类型；地源热泵方面，已有湖水源热泵、江水源热泵、土壤源热泵和水源热泵项目，逐渐形成了规模化发展趋势。

重庆建筑人均和单位面积能耗一直低于全国平均水平。2017年重庆建筑部门排放的二氧化碳达1156.8万吨，约占重庆排放总量的7.1%；而同年中国建筑部门的二氧化碳排放为20.44亿吨^②，约占全国碳排放总量

① 重庆市住房和城乡建设委员会，重庆市统计局. 重庆市2018年建筑业发展报告. [R]. http://zfxjw.cq.gov.cn/2wgk_166/fdzdgknr/tjxx/201906/t20190606_4248409.html.

② 中国建筑节能协会. 中国建筑能耗研究报告（2019）[R]. 北京：中国建筑节能协会，2020.

的21.7%。

供热和制冷是建筑部门主要的能源消费来源^①，可以预见重庆这些领域的能耗还会大幅增长。重庆市域范围内存在发展不平衡的情况，重庆农村地区制冷服务和供热服务的覆盖率还远低于城区。加之地处夏热冬冷地区，整体提升居住条件会提高建筑高质量供冷供热服务的需求。

重庆建筑节能还有潜力可挖。截至2012年底，重庆市既有建筑面积5.6亿平方米^②，城镇既有公共建筑面积约为2.15亿平方米，其中办公建筑约0.73亿平方米，商场类建筑约0.69亿平方米，宾馆饭店类建筑约0.13亿平方米，医疗卫生类建筑约0.15亿平方米，科研教育类建筑约0.36亿平方米，其他类建筑约0.09亿平方米。重庆地区建筑处于高能耗水平，全市公共建筑全年能耗平均指标 $167.15\text{kW}\cdot\text{h}/\text{m}^2$ ，大于武汉市的 $103.51\text{kW}\cdot\text{h}/\text{m}^2$ ，也高于寒冷气候区的北京能耗水平 $150\text{kW}\cdot\text{h}/\text{m}^2$ 。就办公楼能耗强度而言，重庆 $132\text{kW}\cdot\text{h}/\text{m}^2$ 的指标高于深圳市机关办公楼的 $117\text{kW}\cdot\text{h}/\text{m}^2$ ^③（见图7-1）。

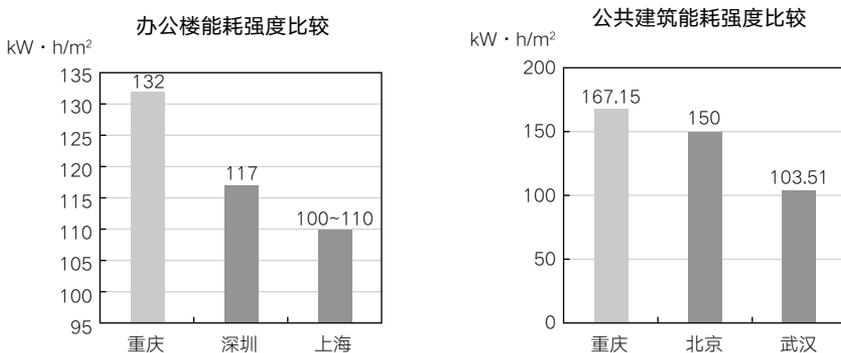


图7-1 办公楼及公共建筑能耗强度比较^④

① 清华大学建筑节能研究中心. 中国建筑节能年度发展研究报告 [R]. 北京: 清华大学建筑节能研究中心, 2019.

② 信息来自《同方泰德助力重庆既有建筑节能改造》案例介绍。

③ 信息来自《同方泰德助力重庆既有建筑节能改造》案例介绍。

④ 信息来自《同方泰德助力重庆既有建筑节能改造》案例介绍。

随着建筑节能标准的提升，超低能耗建筑的推广，建筑节能技术（如热泵、高效LED、高效制冷设备等）的推广，可再生能源在建筑中的广泛应用，重庆建筑部门的能效将大幅提升，重庆建筑领域实现近零排放在技术和经济上都存在可行性。

7.1.2 潜力分析

重庆的建筑领域已经在建筑能效、既有建筑节能改造等方面开展了很多工作。未来十年继续沿既定的政策方向，建筑部门节能减排将有助于重庆实现空气质量改善目标和温室气体提前达峰目标。若在现有基础上，继续大力提升建筑能效标准，加速建筑领域电气化转型，扩大既有建筑节能改造的范围，加大改造力度，大力推广低能耗建筑和可再生能源建筑利用规模化发展，重庆建筑部门碳排放将提前达峰并快速下降，并在2050年实现近零排放。为此，重庆需要在2021—2030年间为建筑领域提供2551亿元绿色投资。

本研究根据重庆建筑绿色低碳转型发展的现状和潜力，设定了不同发展情景。在满足重庆经济社会发展所需的建筑服务的前提下，未来不同政策和技术选择将会决定建筑领域的能源消耗、污染物和温室气体排放情况，三种情景包括：

①参考情景：该情景考虑了现有政策及根据历史数据得出的技术可行的能源效率、能源结构等变化趋势，并参考国际能源署的基准情景假设。

②达峰情景：主要是延续《重庆市绿色建筑行动实施方案（2013—2020年）》《关于推进绿色建筑高品质高质量发展的意见》的内容，考虑到“十四五”可能制定的《节能建筑和绿色建筑发展规划》等可预计的政策力度。

③近零情景：大幅度提高可再生能源建筑利用、零碳建筑、装配式建筑规模，并避免供热和制冷能耗的大幅增长。参考情景下，建筑行业

燃料燃烧CO₂排放始终未出现峰值，自2018年至2050年都处于缓慢增加的趋势，到2050年增加到2700万吨左右。建筑行业的CO₂同样保持增长态势，并未达峰，2050年增加至2800万吨。

在达峰情景下，建筑行业燃料燃烧所产生的CO₂排放将在2027年出现峰值1720万吨，之后缓慢下降。在近零情景下，建筑行业燃料燃烧排放的CO₂将在2020年达到峰值，水平在1500万吨左右（见图7-2）。

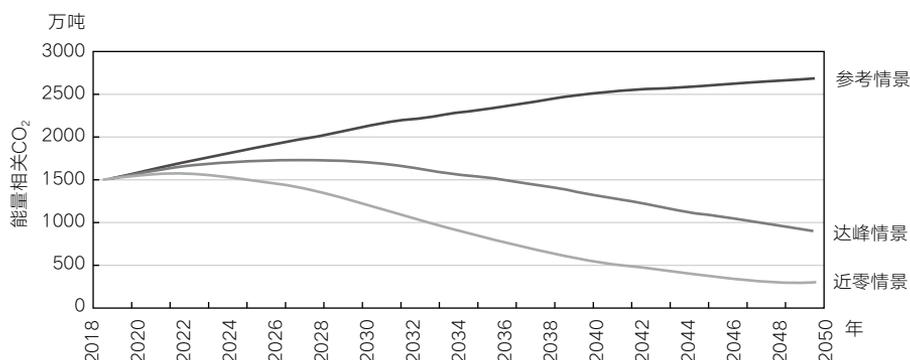


图7-2 各情景下重庆建筑领域排放预测

在达峰情景下，建筑行业2030年减排潜力最大的政策是既有建筑节能改造、设备能效标识和建筑能效标准，三者的贡献率分别为36.9%、30.5%和32.6%（见图7-3）。2050年减排潜力最大的建筑政策是建筑能效标准，贡献率达到49%，设备能效标识和既有建筑节能改造政策的减排贡献相当。其次是既有建筑节能改造，贡献率为24%，设备能效标识和电气化贡献相当，各为13%。建筑标准的提升带来的巨大减排潜力得益于新建建筑的快速增加，更高的建筑节能标准和电器能效标准将降低这些新建筑的能源需求，进而大大减少温室气体排放。

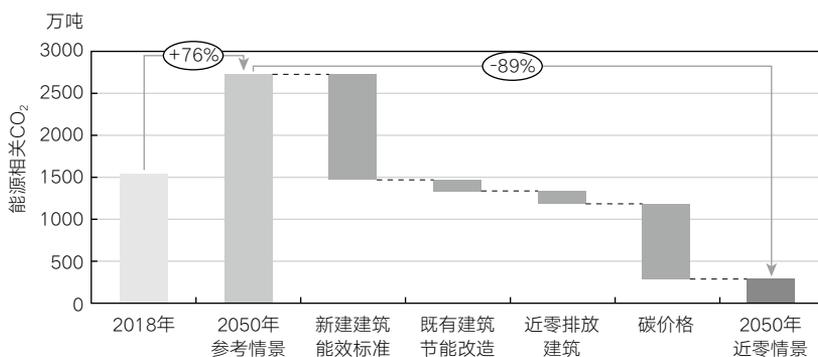


图7-3 2050年近零情景下建筑领域政策的减排贡献

建筑用能设施电气化是建筑行业脱碳的重要组成部分，但在很大程度上取决于电力系统的脱碳程度，提升电气化率是建筑领域减排的主要策略。在达峰情景和近零情景下，单独评估建筑用能设施电气化的减排潜力会发现，这项政策实际上会增加碳排放，这说明在电力行业不够低碳的情况下提高建筑的电气化率会增加全经济范围内碳排放。但是，如果在政策组合情景下评估会发现，建筑用能设施电气化政策却将成为建筑行业脱碳的关键政策，这表明建筑电气化必须与电力行业的深度脱碳同步进行才能发挥出相应的减排效果。建筑节能标准和电器能效标准是减少排放和能源需求的关键，也是一种非常具有成本效益的减排方法。在参考情景下，电气化率缓慢增加，2050年为40%，在达峰情景下电气化率在2050年达到50%，近零情景为80%（见图7-4）。

根据本研究模型分析，在近零情景下，这些措施在2021—2030年间相对于参考情景所需要的累计额外投资预计为2551亿元，2021—2050年累计额外投资为5156亿元（见图7-5）。

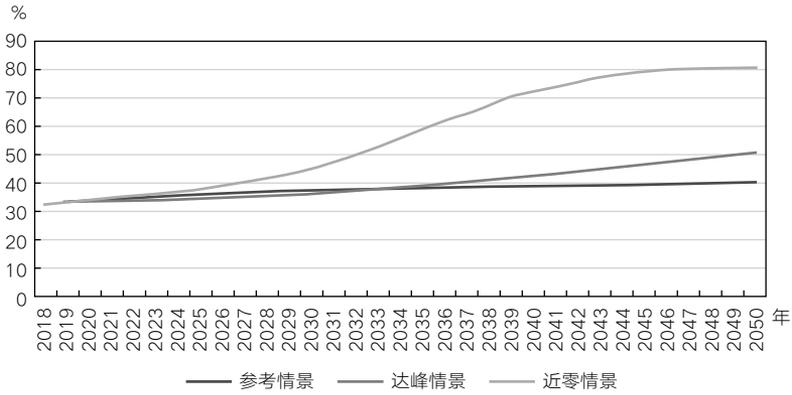


图7-4 三种情景下建筑行业的电气化率

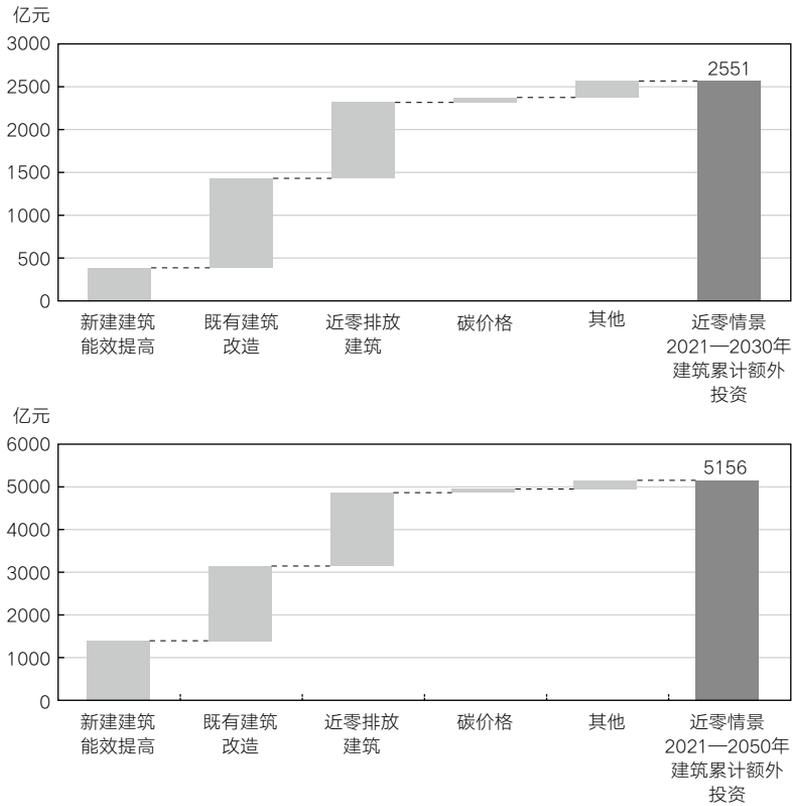


图7-5 近零情景下建筑累计额外投资量

7.2 主要减排途径

基于重庆现状和情景分析结果，结合国内外技术发展路线，重庆建筑领域实现近零的主要路径包括：新建建筑超低能耗化、大力投资既有建筑节能改造和管理、零碳建筑规模化。其减排贡献和成本如下文所述。

7.2.1 新建建筑超低能耗化

(1) 实施更严格的节能建筑标准

根据《重庆市建筑节能与绿色建筑“十三五”规划》和《关于做好2020年绿色建筑与节能工作的意见》等文件，重庆市辖区内将在2020年全面执行65%节能标准，绿色建筑一星级普及率50%以上，重点及示范地区推行二星级以上绿色建筑评级；提高装配式建筑比例，主城各区每年在建设项目供地面积总量中实施装配式建筑的面积比例不低于30%（其中两江新区不低于50%），并逐年增长5%。对标上海，同样作为夏热冬冷地区，上海要求所有建筑全部执行绿色建筑标准，其中大型公建、国家机关按照绿色建筑二星级以上标准建设。重庆可以参考国内最佳实践提升建筑能效标准，特别是在城镇化过程中，避免建筑行业的碳锁定效应。

(2) 提高建筑电气化水平

电气化是实现零碳建筑的关键。目前，制冷、照明和家用电器已

经实现了100%电气化，建筑电气化的难点在于供暖和烹饪。随着电力部门的脱碳，与化石燃料相比，热泵技术在气候变化影响方面的优势将得到更广泛的认可。本研究预计到2050年，在零碳情景下，热泵技术占建筑采暖和热水供热的比例可达60%。随着电力烹饪技术的进步，到2050年，住宅和商用建筑的烹饪都可实现100%电气化。

7.2.2 既有建筑节能改造管理

(1) 照明和终端设备能效提升并减少待机能耗

家电和照明是建筑主要的能耗来源。其中，照明技术在过去近10年间有了跨越式发展，从白炽灯到节能灯再到现在普遍使用的发光二极管(LED)，能效提高的同时成本还在逐渐降低。到2050年，LED照明的能效水平可达每瓦特200流明，意味着能效可以再提高100%^①。模型中建筑照明能效为最大值。家用电器通过节能标识等措施一定程度上降低了能耗的增长速度，但需要注意其待机时间造成的能耗，可以通过提高其默认设置来实现节能，如调整饮水机的保温温度，设定自动关机时间等。

(2) 采暖制冷应提倡分散式系统，并提高设备能效标准

夏热冬冷地区(如重庆)的采暖、制冷以及生活热水能耗在总能耗中的所占比例不高，户均能耗处于较低水平，但增长速度在加快^②。政策和技术应用应以“部分时间、部分空间”为优先原则，提倡分散式系统，^③同时提高系统能效，避免设计规模过大的空调系统，在提供建筑舒适度的同时避免能耗的显著增加。

热泵是在重庆使用较为普遍的供热技术，该技术以电力为驱动，从

① 能源转型委员会. 中国2050：一个全面实现现代化国家的零碳图景[R]. 北京：落基山研究所，2019.

② 清华大学建筑节能研究中心. 中国建筑节能年度发展研究报告2020[R]. 北京：清华大学建筑节能研究中心，2020.

③ 清华大学建筑节能研究中心. 中国建筑节能年度发展研究报告[R]. 北京：清华大学建筑节能研究中心，2019.

低温空气中吸收热量，提供供热服务。水源热泵和地源热泵也可具有较高的制热能效比。可逆热泵更可代替空调，同时作为夏季制冷和冬季制热的设备。根据Amory B Lovins在《能效资源的规模有多大?》一文中提到，美国的新设备每年有约5%的能效提升率（全球水平约为3.5%）。

除供暖外，制冷也是提高建筑能效的关键领域。虽然中国是最大的室内空调市场和生产国，但中国的平均制冷能效只能达到当前可用最佳技术的60%。本研究认为，到2050年，通过提高制冷能效标准最低值，中国的制冷能效可以进一步提高30%^①。随着室内空调潜在的技术突破，制冷效率也还有进一步提高的空间，可以将季节性能效比（SEER）提高3至5倍。

（3）物业公司建筑运营节能培训

节能设备的正确使用能够让技术的节能效果事半功倍，同时也能降低建筑整体的运行能耗。因此不仅要估计技术的应用，同时也要对建筑运营部门进行培训，提高建筑运行的能效。在近零情景下，我们认为此项政策不可或缺。

（4）高效设备的推广

高效设备的推广一直以来都是节能减排的重要措施，同时也兼具消费升级、扩大消费的作用。“节能产品惠民工程”加快了结构转型升级、建设资源节约型、环境友好型社会的建设。由于产品的节能特性常与其他高端属性整合在一起作为产品的卖点，其高价格一直是其难以大范围推广的障碍之一。因此，此项政策除了要对高效设备的识别进行设计，更重要的是要配合金融和财税机制增加消费者购买的意愿，从而达到全社会减排成本的最优化。不管是在达峰还是近零情景下，此项政策都是必不可少的。

^① 能源转型委员会. 中国2050：一个全面实现现代化国家的零碳图景 [R]. 北京：落基山研究所，2019.

7.2.3 零碳建筑规模化——主推可再生能源建筑一体化

重庆市在2009年获批成为“可再生能源建筑应用全国示范城市”，巫溪县和云阳县在2010年成为“全国可再生能源应用示范县”，并获得了相应的补贴，用来推广可再生能源建筑，主要的推广内容是太阳能热水系统以及地源热泵两种形式。

在下一阶段的可再生能源建筑一体化推广工作中，应充分利用建筑屋顶和部分外表面发展光伏建筑。其主要原因包括：一是重庆正在进行既有建筑节能改造工作，主城区的老旧小区在2022年内完成改造，有改造价值的公共建筑业将在近年内改造完成，可以利用这个机会直接加装光伏发电设备，具备可操作性；二是近些年光伏设备价格已经大幅降低，初始投资成本缩减；三是建筑具有低成本接入和消纳光伏发电的优势。城镇建筑可利用的外表面可开发比例大致在50%，但总量大；农村建筑外表面可开发比例在75%左右，但总量要小于城镇建筑，且加装难度更低，农业设施屋顶也可安装光伏设备。



第 8 章

农 林

重庆地处长江上游和三峡库区腹心地带，肩负着维护三峡库区生态安全和建设长江经济带绿色生态廊道的重任。重庆坚持生态优先、绿色发展，把修复长江生态环境摆在压倒性的位置。作为与自然最为紧密的农业和林业，是推动重庆绿色低碳发展的重要领域。加强生态系统的保护和加快农业增长方式转变，不仅能助力构筑长江上游重要的生态屏障，同时也将推进重庆建设山清水秀美丽之地。

在生态系统保护上，重庆积极推进退耕还林、天然林保护、低效林改造、山地林修复和重点生态功能区建设等，森林覆盖率从 2012 年的 42.1% 提高到 2019 年末的 48.3%，较全国平均水平高 25.34 个百分点，森林植被

碳储量约为1.54亿吨,年均碳汇量约为1100万吨。在农业绿色低碳发展中,重庆采用优化农业结构、推动农业清洁生产技术以及农业废弃物资源化利用等多措并举的方式,在建立柑橘、榨菜等优势特色产业的同时,也在畜禽养殖中的资源化利用和提高农作物化肥利用率上取得成效,促进了农业低碳发展。因此,如果可以基于重庆现有基础,进一步推进农业和林业减排,例如加强农地化肥控制和鼓励居民调整膳食结构,以及开展碳汇造林项目、增强适生植物固碳能力等,将为重庆实现2050年近零排放之路带来可观的减排潜力。

8.1 重庆农林部门绿色低碳发展前景

8.1.1 发展前景

在城镇化进程、居民生活方式和膳食结构变化的影响下，重庆在农林部门未来的排放空间和减排潜力也不容忽视。一方面，人口增长和对肉类消费的增加，将推动农业活动中畜禽饲养和水稻等农作物种植过程中的温室气体排放；另一方面，城市发展所带来的土地利用类型的调整和森林资源的变化也将影响森林吸收和温室气体的排放。

重庆2014年温室气体排放清单显示，来自农业活动的温室气体排放达到1434万吨二氧化碳当量，占全市当年温室气体排放的4.5%。其主要排放源包括农田氮肥、水稻种植、畜禽养殖中动物肠道发酵和粪便管理，分别贡献了45%、15%、19%和21%的排放。而林地变化在2014年则带来了1207万吨二氧化碳当量的减排，其中既包括了森林吸收和储存的二氧化碳，也包括了森林消耗以及燃烧等带来的排放。

重庆作为全国首批低碳试点城市，从2010年开始已经采取了一系列措施来促进农林部门的绿色低碳发展。在重庆制定的《低碳试点工作实施方案》中，提出到2020年森林面积和蓄积量分别比2005年增加130万公顷和86000万立方米，森林覆盖率达到45%以上，增加林业碳汇；以

及开展绿化长江重庆行动，造林380万亩，全面绿化600公里三峡库区等目标。农业的低碳化则侧重在发展生物多样性农业，推广农业低碳化发展示范，重点发展秸秆还田、测土配方施肥等措施上。2017年发布的《重庆市农业生态与资源保护“十三五”规划》中，启动了农药化肥零增长行动，提出开展畜禽标准化养殖场创建并加快规模化养殖场沼气工程配套建设等，并制定了到2020年畜禽粪便资源化利用率达到90%等约束性目标。

2018年，为加快建设山清水秀美丽之地，重庆市出台了《重庆市实施生态优先绿色发展行动计划（2018—2020年）》，提出到2020年，森林覆盖率达到51%以上，三年营造林1700万亩，森林蓄积量达到2.4亿立方米，城市建成区绿化率达到42%。并实施绿色生产工程，提出农作物秸秆综合利用率达到85%以上，测土配方施肥技术推广覆盖率达到93%和化肥使用总量不超过95.5万吨等目标。2019年，为加快建设长江上游重要生态屏障，重庆开始规划实施“两岸青山千里林带”国土绿化提升行动，结合在全国首创提高森林覆盖率的“横向生态补偿机制”，统筹开展沿江两岸造林项目建设，力争到2022年，项目区森林覆盖率提高到56%，2025年提高到58%，2030年达到60%以上。重庆的永川区和荣昌区也先后创建并获得“国家森林城市”称号，在四个直辖市中率先成为“森林城市”。

表8-1梳理了重庆在农林部门减排措施和目标的基本信息以及与国家政策的对比。重庆在农业部门的低碳发展主要集中在农田管理和畜禽管理。林业部门的绿色低碳化侧重于增加森林碳汇和提高森林管理。

尽管重庆已经采取了多项政策措施来推动农林部门的绿色低碳发展，但对标其他地区的实践经验，未来重庆农林部门减排仍有可供挖掘的潜力。在农业部门中，重庆在推动化肥零增长和提高畜禽粪污有效资源利用上均已经设定了高于国家目标的要求，在此基础上，对农业中的水稻种植和针对动物肠道发酵管理等潜在减排领域采取行动，将进一步

促进农业的绿色低碳化。例如上海在低碳农业中提出的推广低排放高产水稻品种和减少畜禽养殖总量等^①，以及澳大利亚通过提高饲草料和在日粮中增加辅料等方式来减少动物甲烷排放的举措。

表8-1 重庆现有农林减排政策措施与目标

部门	政策措施	重庆目标 (2020年)	国家目标 (2020年)
农业 农村 部门	农田管理（农田氮肥控制）： 农药化肥零增长行动； 果菜茶有机肥替代化肥行动； 秸秆还田。 畜禽管理（肠道发酵和畜禽粪便）： 畜禽粪便资源利用。	测土配方施肥技术推广覆盖率达到93%。 畜禽粪便资源化利用率达到90%。	测土配方施肥技术覆盖率达到90%以上。 全国畜禽粪污综合利用率达到75%以上。
林业 部门	增加森林碳汇： 提高森林覆盖率，三年（2018—2020年）营造林1700万亩，森林蓄积量达到2.4亿立方米。 提高森林管理： 森林抚育经营，提高低产低效林改造力度。停止天然林商业性采伐；全面加强封山育林管护。	森林覆盖率达到51%以上。 城市建成区绿化率达到42%。	森林覆盖率达到23.4%。 城市建成区绿化覆盖率达到39%。

资料来源：重庆市“十三五”规划、全国“十三五”规划、全国造林绿化规划纲要、重庆市农业生态与资源保护“十三五”规划、重庆市实施生态优先绿色发展行动计划（2018—2020年）。

而在林业部门中，当前重庆森林资源面积虽多但蓄积量少，每公顷林木蓄积只有55.6立方米，是全国平均水平的76.4%^②。森林资源质量也有待提高，林分结构需要优化，低产低效林多，优质林分少。低效林面积约占林地面积14.5%^③。因此未来提高森林质量和树种的固碳

① 上海市人民政府. 上海市节能和应对气候变化“十三五”规划. [EB/OL]. http://fgw.sh.gov.cn/zc/jgg/20170605/0025_27660.html.

② 孟祥江, 何邦亮, 王蕾, 等. 重庆市森林质量精准提升对策研究[J]. 林业资源管理, 2017(1): 60-63.

③ 孟祥江, 何邦亮, 王蕾, 等. 重庆市森林质量精准提升对策研究[J]. 林业资源管理, 2017(1): 60-63.

能力，例如广州提出的选育碳汇储量高的花卉树种^①，将为林业部门带来更多碳汇。

8.1.2 潜力分析

(1) 情景设定

本节依据重庆农林部门的发展现状、现有绿色低碳政策的发展以及可供参考的减排实践，通过EPS模型对重庆在农林部门未来的政策减排潜力和减排成本进行分析。分析基于3个情景：

表8-2 不同情景下的农业部门的政策设定

农业部门政策描述	达峰情景	近零情景
农田管理：在农地中继续推广测土配方施肥，提高有机肥替代化肥，使用硝化抑制剂。采用低排放品种水稻，控制灌溉等	延续现有的化肥零增长政策，有机肥替代化肥，测土配方施肥技术覆盖100%。推广低排放水稻	采用硝化抑制剂，减少氮肥使用。同时扩大低排放水稻覆盖，控制灌溉等
畜禽管理：畜禽粪便厌氧发酵（资源化利用），提高饲草料比例和增加辅料来降低动物肠道发酵甲烷排放	延续已有畜禽粪便政策，畜禽粪便资源化利用100%	推广使用饲草料和增加辅料应用
膳食结构调整：均衡膳食	—	改善居民膳食结构，鼓励均衡营养和合理肉类摄入

①参考情景：基于重庆现有农林部门的政策，例如农地化肥零增长，提高畜禽粪便综合利用，以及植树造林和封山育林等政策措施来设定未来的排放趋势。

②达峰情景：主要是延续并且强化重庆已有的农林政策，包括《重庆市农业生态与资源保护“十三五”规划》《实施生态优先绿色发展行动计划（2018—2020年）》《重庆市生态文明建设“十三五”规划》以及《全国森林经营规划（2016—2050年）》中对重庆造林和森林抚育的

^① 广州市政府. 广州市节能降碳第十三个五年规划（2016—2020年）[EB/OL]. http://www.gz.gov.cn/zwgk/gjhj/zxgh/content/post_3089453.html.

近期和远期规划等。

③近零情景：在可预计的政策力度基础上，参考国内外的绿色低碳实践。农业部门在稻田管理中推广低排放水稻品种、控制灌溉，农地管理中可以考虑使用硝化抑制剂，畜禽管理中针对动物肠道发酵改进饲草料和添加辅料。而林地部门在提高森林面积的同时选取碳汇储量高的树种、采取可持续的森林管理方式，在增汇的同时也减少排放的产生。

表8-3 不同情景下的林业部门的政策设定

林业部门政策描述	达峰情景	近零情景
植树造林：通过人工造林和更新造林等增加森林生物量	延续现有政策下的对人工造林和更新造林政策力度	碳汇储量高的良种树种推广
提高森林管理：通过改进采伐措施和可持续经营等方式保存和提高森林碳储量	延续现有政策下对森林抚育和改善森林管理方式	通过森林管理提高每公顷林木蓄积量

(2) 情景分析

农业部门：达峰情景下，2030年排放比参考情景减少27万吨，其中农田管理的减排贡献最大，减排量约为19万吨CO₂°。到2050年，达峰情景下的排放比参考情景下少87万吨，减排贡献最大的仍然来自农田管理。近零情景下，新增的政策措施包括居民膳食结构调整。近零情景下2030年的农业排放比参考情景减少165万吨CO₂°，减排潜力主要来自膳食调整，达到92万吨CO₂°。其次为农田和畜禽管理，分别为44万吨和25万吨CO₂°。到2050年，近零情景下减排量最大的依然是来自膳食调整，仅2050年一年减排可以达到246万吨CO₂°，其次是农田管理和畜禽管理，分别减排121万吨和70万吨CO₂°。

林业部门：重庆林业部门在不同情景下的减排潜力如下：在参考情景下，重庆的林业部门碳汇能力将稳定在年平均1160万吨CO₂°。在达峰情景下，林业碳汇潜力在2030年将达到1301万吨CO₂°，比参考情景下

2030年增加了141万吨CO₂°碳汇。在近零情景下，2030年的碳汇潜力则可以达到1440万吨CO₂°，2050年达到3252万吨CO₂°，比参考情景下2050年增加2092万吨CO₂°碳汇。无论在达峰还是低碳排放情景下，减排潜力最大的政策来自植树造林，平均减排贡献率达到98%左右，其次为森林管理，减排贡献率在2%左右。

从农林部门不同情景下的减排潜力分析中可以看到，农业部门的减排潜力较小且减排难度较大，不同减排措施中减排贡献最大的是来自膳食结构的调整。由于其涉及对生活方式和饮食结构调整等行为改变，虽然减排潜力大，但是难度不小。其次的减排贡献分别来自畜禽和农田管理，前者减排需要考虑对畜禽饲料进行辅料添加，而后者的减排主要来自减少农地氮肥使用。林业部门的减排潜力不容忽视，其中通过植树造林增加碳汇带来的减排贡献最大。

8.2 主要减排途径

基于不同情景下农林部门主要减排措施的减排潜力和成本收益分析，研究认为重庆农林减排潜力主要路径包括：农田管理、畜禽肠道发酵控制、膳食调整、增加森林碳汇和提高森林管理。在达峰情景下，减排潜力最大的领域分别是农田管理和植树造林。在近零情景下，减排贡献最大的主要是对居民膳食结构调整以及增加森林碳汇。

8.2.1 增加林业碳汇和提高森林管理

重庆林业部门中主要的减排路径是植树造林，通过提高森林覆盖率和蓄积量来增加森林碳汇。如前所述，重庆已经在推动森林覆盖率持续

提高上采取了多项措施，例如首创的生态补偿横向转移支付新机制，但同时仍然面临单位面积蓄积量不高且低产低效林多的挑战。未来重庆在开展碳汇造林过程中，可以结合树木生产条件选择合适的树种搭配，从而增强适生植物的固碳能力，例如重庆地区可以考虑以柳杉、包石栎、木荷、栎类作为合适的树种搭配^①，同时结合重庆各区的生态区位、森林类型和林分情况对森林进行精准经营管理。

8.2.2 农地化肥减量

通过农地化肥减量和控制稻田种植过程中的排放，将可以进一步助力农业部门温室气体减排。重庆目前已经实施了农药化肥零增长行动、果菜茶有机肥替代化肥行动、秸秆还田以及测土配方等措施，在延续现有政策基础上，减少氮肥施用、推广有机肥并在其中添加硝化抑制剂^②等将可以进一步推动农地减排。例如德国提出将在2028—2032年间将氮肥减少到每公顷70千克，到2050年将得到进一步的削减；并且计划推出有机农业战略，确保在可遇见的未来将20%的农地用于有机农业发展^③。此外，农业部门中通过选择低排放品种水稻、改进稻田灌溉方式（例如间歇性灌溉）和施用硝化抑制剂等，将减少稻田种植带来的排放。上海在其发布的《上海市节能和应对气候变化“十三五”规划》中针对低碳农业已经提出了对低排放高产水稻的推广。重庆在未来的减排行动中可以考虑采取相应的措施来减少农业部门的排放。

① 肖卓勇，陈国建，张超，等. 重庆市人均森林碳储量与碳汇林造林树种选择 [J]. 资源开发与市场, 2017, 33 (3): 307-310.

② 沈仕洲，王凤，薛长亮，等. 施用有机肥对农田温室气体排放影响研究进展 [J]. 中国土壤与肥料, 2015 (6): 1-8.

③ The German Federal Government. Climate Action Plan 2050: Principles and goals of the German government's climate policy [R]. Berlin, Germany: the German Federal Government, 2016.

8.2.3 畜禽肠道发酵控制

畜禽管理下的排放主要来自畜禽粪便和动物肠道发酵，重庆畜禽规模化养殖、畜禽粪污处理和资源化利用已有较快发展，如果未来采取行动控制畜禽中动物肠道发酵，例如推广饲草料和添加辅料（日粮中添加谷物、干草或青贮饲料）^①等措施，可以降低畜禽领域的温室气体排放。通过使用饲料添加剂来减少畜禽动物（主要为牛羊）的肠道发酵产生的排放已经在不少国家展开了研究和推广，例如澳大利亚和新西兰。

8.2.4 膳食结构调整

重庆农业部门减排潜力最大的措施来自居民膳食结构调整下对合理肉类消费的推荐。在2019年发布的《中国的粮食安全》白皮书中提到，2018年中国居民猪牛羊肉人均占有量为46.8公斤^②，这一数字是《中国居民膳食指南》中推荐的畜禽肉摄入量的2倍左右。此外，2019年发布在《柳叶刀》上的最新研究中推出了“星球健康饮食（Planetary Health Diet）”，强调了如何通过饮食结构调整来改善健康的同时保护环境。研究建议，居民膳食结构中每天的畜禽肉类应控制在43克左右，其中牛羊猪肉为14克，家禽肉为29克^③。“星球健康饮食”在全球也得到很多城市的支持。目前已经有包括东京、多伦多、巴黎和首尔等14个城市宣布将采用这一可持续的饮食结构方式来建立更健康和绿色的城市^④。因此，未来重庆可以通过鼓励居民调整生活方式和饮食结构等措施，在实现居民健康均衡饮食的同时减少由此带来的温室气体排放。

① 胡红莲，卢德勋，高民. 反刍动物甲烷的排放及其减排调控技术 [J]. 畜牧与饲料科学, 2011, 32 (9-10): 26-29.

② 国务院新闻办. 中国的粮食安全 [EB/OL]. http://www.gov.cn/xinwen/2019-10/14/content_5439619.htm.

③ Eat-Lancet Commission. Healthy Diets from Sustainable Food Systems: Summary Report of the Eat-Lancet Commission [R]. 2019.

④ Eliza Erskine. These 14 Cities are Committed to Developing “Planetary Health Diet” Programs to Combat Climate Change [EB/OL]. 2019.

重庆碳中和与绿色金融路线图研究

第三篇

绿色金融路线图





第9章

绿色金融综述

本章梳理了重庆市绿色金融发展背景、成果和面临的主要问题，同时根据实现近零排放的投资需求和重庆市绿色金融的发展现状，提出了重庆市绿色金融的发展目标，并进行了详细的绿色投资需求预测，制定出重庆市 2021—2030 年绿色金融发展路线图，助力重庆市建成长江上游生态文明建设先行示范带的核心区，使绿色成为重庆发展的底色。

9.1 发展成果回顾

9.1.1 绿色金融体系初步形成

近年来，我国经济已由高速发展阶段转向高质量发展阶段，如何与环境协同发展，做到绿色、高效、可持续，成了中国未来发展的首要目标之一。绿色金融是实现全产业绿色发展的有力支撑，发展绿色金融也成为了中国实现环境改善、应对气候变化和资源节约高效利用的重要国家战略。2016年1月，习近平总书记在重庆召开推动长江经济带发展座谈会，指出当前和今后相当长一个时期，要把修复长江生态环境摆在压倒性位置，共抓大保护，不搞大开发。推动长江经济带发展必须建立统筹协调、规划引领、市场运作的领导体制和工作机制。2019年4月，习近平总书记考察重庆时再次指出，要深入抓好生态文明建设，坚持上中下游协同，加强生态保护与修复，筑牢长江上游重要生态屏障，在推动长江经济带绿色发展中发挥示范作用。2017年以来，在市委市政府统筹部署下，在中国人民银行总行指导下，按照《生态文明体制改革总体方案》《关于构建绿色金融体系的指导意见》（银发〔2016〕228号）等文件要求，人民银行重庆营管部牵头的重庆市绿色金融发展工作进入“快车道”，先后被列入全市金融工作、生态文明体制改革和“生态优先绿

色行动发展计划”的重点任务，切实推动绿色金融服务实体经济全面绿色转型取得实效。

（1）统筹规划，绿色金融发展框架体系逐步完善

2017—2018年，先后联合8个市级部门印发实施“重庆市绿色金融发展规划”和“行动计划”，为重庆绿色金融发展奠定了坚实基础。2019年，为贯彻落实习近平总书记要求重庆“在长江经济带绿色发展中发挥示范作用”的重要精神，人民银行重庆营管部主动升级绿色金改，形成“重庆建设绿色金改试验区总体方案”，已正式进入部委会签程序。

（2）夯实基础，绿色金融配套服务机制日益健全

一是开展中欧绿色金融共同标准研究和实践。完成“中欧绿色金融分类标准比较研究”，并成功争取总行将重庆列入中欧绿色金融共同标准应用试点城市。二是建立全市绿色项目（企业）库。出台绿色项目（企业）评价技术规范，搭建首批绿色项目（企业）库，召开全市“绿色重点项目融资对接会”，融资对接共计1439亿元，惠及绿色项目（企业）356个。三是自主开发“长江绿融通”系统全面上线。系统端口布设辖内所有支行和65家银行业机构，具备统计监测、融资对接等功能。目前，该系统正引入人工智能（AI）识别和环境效益测算功能。

（3）突出重点，绿色金融产品和市场体系加快构建

一是组织体系逐步完善。5家银行机构设立11个绿色金融专营部门，2家银行设立绿色专营支行。重庆农商行成为中西部首家“赤道银行”，建设银行总行在万州区设立全国第三家“绿色金融试点行”。二是产品体系加快建设。30家金融机构推出“绿建贷”“排污权抵押贷”等140款绿金产品，碳排放权和排污权累计交易量分别突破0.9亿元、7.9亿元。三是绿色融资快速增长。2020年12月末，全市绿色贷款余额2838亿元，较年初增长近30%；全市累计各类绿色债券余额256.7亿元，较年初增长49.17%。

(4) 加强协调，绿色金融合作稳步推进

一是建立产业金融联动机制。构建“重点区域+重点产业”发展模式，以两江新区等5个区为核心，初步建立“1+N”绿色金融与绿色产业融合发展机制，开展零碳示范园区和示范项目建设。二是建立财政金融激励约束机制。推动10余个区出台包含财金互动的绿金发展规划或奖补细则；成立金融机构行业自律组织，推动环境信息披露和环境风险压力测试。三是建立跨区域协调发展机制。推动绿色金融纳入“成渝共建西部金融中心规划”，与四川省建立跨省流域横向生态补偿机制。此外，人民银行金融信用信息数据库累计采集环保违法、环境影响评价等4类企业环保信息4.9万条。

9.1.2 未来发展环境

(1) 国民经济发展新动能

以牺牲生态环境为代价的粗放式增长的传统产业因综合成本上升导致经济效益不断下滑，中国经济进入“新常态”后，转型升级成为必然选择，中国政府在2017年就以《中国制造2025》作为制造强国的行动纲领实施制造业转型升级。同时，中国在对外开放领域提出“一带一路”战略，为推动国际产能合作与加速经济绿色转型提供了国际平台。因此，传统经济的转型升级和绿色产业的发展创造出新的需求，成为推动国民经济发展的新动能。

(2) 绿色金融改革创新新机遇

2015年9月，在中共中央、国务院印发的《生态文明体制改革总体方案》中，中国首次明确了建立中国绿色金融体系的顶层设计；2016年3月，全国人大通过的《“十三五”规划纲要》明确提出要“建立绿色金融体系，发展绿色信贷、绿色债券，设立绿色发展基金”；2016年8月，人民银行等七部委发布了《关于构建绿色金融体系的指导意见》，建立

了比较完整的发展绿色金融体系的政策框架；2017年6月，国务院常务会议决定在五省八地建设各有侧重、各具特色的绿色金融改革创新试验区。基于实现提前碳达峰和碳中和的目标发展绿色金融，是重庆市面临的巨大创新机遇。

（3）良好的基础与先天条件

重庆市作为“一带一路”重要节点、自由贸易试验区、国家自主创新示范区等先行先试举措，具备良好的区位优势和宝贵的国家战略机遇。习近平总书记对重庆绿色发展寄予厚望，要求成渝地区成为具有全国影响力的重要经济中心、科技创新中心、改革开放新高地、高品质生活宜居地，要求重庆加快建设内陆开放高地，成为山清水秀美丽之地，努力推动高质量发展、创造高品质生活，并在推进长江经济带绿色发展中发挥示范作用。为贯彻落实总书记重要指示精神，重庆当前正深入实施“生态优先、绿色发展行动计划”，围绕生态保护和绿色产业发展等重点目标，推出了“绿色建筑、绿色能源、绿色制造、绿色农林与生态旅游”等绿色产业发展规划，以及“低碳城市试点、广阳岛长江生态文明试验区建设、气候投融资试点以及中新绿色金融合作”等一系列绿色发展政策举措，跨部门政策合力正在加快形成，为重庆绿色金融改革提供了良好的政策环境。同时，重庆市环境资源丰富，具有较好、较快实现低碳发展愿景的基础。

9.1.3 面临主要问题

（1）经济增长动能不足，发展动力单一

与京津冀、长三角、粤港澳等发达地区相比，重庆经济基础薄弱，发展相对滞后，结构不合理，新兴产业处于起步阶段。周边农村，脱贫攻坚问题尚未完全解决，以农业为代表的第三产业基础设施不足、技术创新缺乏、内部结构不合理以及产业化水平低，以工业为代表的第

二产业多为初级产品加工，产业链短、产品附加值低，第三产业发展不均衡，金融等现代化产业发展水平低。基础设施绿色升级、生态环境、清洁生产等新兴产业形态发展较慢，使得金融机构信贷调整回旋余地较小。

(2) 金融初级发展阶段，服务能力有待提升

辖内金融产品创新力度不够，金融工具单一，服务落后，与国内外领先者相比差距明显。重点项目的开发资金依赖银行贷款，融资渠道相对单一。单一金融工具的使用对产业升级转移、基础设施和配套项目建设、环境治理和民生工程带来较大压力。

9.1.4 绿色金融方面的特有问题

(1) 绿色金融体系设计缺乏实体经济绿色化的目标导向

绿色金融的目的应该是推动实体经济的绿色化转型，实现重庆总体社会经济发展规划中生态环境、节能减排的系列目标。但是，由于重庆市尚未制定明确的绿色低碳发展的中长期目标（如碳达峰目标和碳中和目标），主要产业（如能源、建筑、交通和制造业）也因此缺乏明确的协同减排路线图，中长期绿色金融的融资需求和绿色金融体系、工具和机制无法围绕实体经济绿色化的长期目标来设计，容易造成“绿色金融体系建设以开发绿色金融产品为目标”的自我循环的倾向。

由于绿色和低碳发展产业本身缺少长期规划（如10~30年规划），产业规划部门在规划绿色项目过程中也缺乏与金融监管部门和金融机构的沟通机制，金融部门处于被动应付已经发生的融资需求的地位，没有前瞻性地设计绿色金融标准、绿色金融产品、绿色金融激励机构和进行能力建设。因此，到目前为止，重庆的绿色金融业务主要还是跟在其他地区之后学习一些已有的经验和工具，缺乏开拓与创新。

如果重庆确定了10~30年的低碳发展总体目标，包括在一定阶段之

内实现可再生能源和新能源汽车全覆盖、绿色建筑全覆盖、工业能效大幅提升、森林覆盖率稳步提高等具体目标，对特定绿色金融产品的需求的前瞻性就会大大提高，在一定时间段内实现这些目标所需要的新能源融资、新能源汽车按揭贷款、绿色住房按揭贷款、绿色开发贷、能效贷款、绿色产业基金、碳汇交易、排放权抵押贷款、绿色基础设施REITs等产品以及所配套的政策措施和服务能力就会应运而生。构建绿色项目库和建立绿色项目与金融资源的信息和交易平台也会被及时提到议事日程上来。

要使得绿色金融能参与到实体项目中来，一方面需要产业主管部门与金融主管部门共同制定绿色发展与绿色金融总体规划，另一方面需要通过金融科技等技术工具建立绿色项目与绿色金融资源的高效对接平台。

（2）缺乏财政激励机制

根据目前的绿色金融发展水平，仅凭金融市场还不足以将环境风险内部化，因此需要通过制定相应法律法规、公共政策和财政支出等方面的激励措施，绿色金融才能进一步发展，但重庆目前仍缺乏相应的财政激励机制。

一是财政资金压力大，激励政策缺乏制度性安排。重庆目前针对民营、小微、涉农领域出台了一系列财金互动政策，但在鼓励绿色金融创新发展方面缺乏绿色贷款财政贴息机制。相对于直接补贴，财政贴息是一种具有很强杠杆作用的间接投资引导机制，可以使财政以少量的贴息资金实现更大的社会效益，并引导带动更多的社会资金投资环保领域。尽管现已将绿色信贷纳入MPA评估考核，但总体上考核权重偏小（信贷结构中占比仅10%）。同时，运用绿色再贷款、再贴现支持绿色信贷发展力度有待进一步加大。

二是缺乏信用增进、风险补偿机制。绿色企业大多是处于发展期

和成长期的中小轻资产企业，其融资需求非常旺盛，但因其经济实力普遍偏弱，同时存在采用新技术或商业模式而面临风险、财务回收周期较长等问题，融资需求难以得到充分满足。重庆目前尚未通过建立基金股权投资、PPP等模式，建立专门服务于绿色融资的政府性担保、增信体系，发挥财政资金的撬动作用。同时，政府在绿色信贷、绿色债券和绿色保险等方面对绿色产业配套激励政策的落地难情况，在一定程度上影响了金融机构对绿色产业支持的积极性。

（3）缺乏绿色金融的操作性标准

重庆市还缺少针对绿色小微企业、绿色消费和绿色农业等具体行业的可操作的行业标准。重庆市目前针对绿色金融出台了一些政策和指导文件，可在绿色金融实施阶段还需要更为细化的行业标准，因而不能使绿色金融差异化发展。例如目前绿色金融主要集中在支持大中型企业的项目，小微企业参与十分有限，因此需要具体针对小微企业制定可操作的绿色标准。同样，针对绿色农业、绿色消费方面的具体行业标准，也需要进一步研究和落实。

（4）缺少绿色专营机构

绿色金融专营机构的建设对绿色金融的发展非常关键，截至2019年底，重庆仅有5家银行机构设立了绿色金融专营部门，2家银行设立了绿色专营支行。对比绿色金融改革创新试验区，重庆的法人机构的绿色化改造及绿色专营机构的建设都存在较大提升空间。以广州花都为例，工行、中行、建行将花都支行升格为绿色分行，兴业银行、浦发银行、广州银行等设立了绿色金融事业部，建设银行在花都区设立全国首家绿色金融创新中心。以湖州为例，绿色专营机构的建设涵盖银行、保险机构，截至2019年7月，湖州市绿色金融专营机构已达35家，其中绿色专营支行12家，绿色金融事业部22家，绿色保险产品创新实验室1个。

很多新设立的、风险较大的绿色环保企业很难通过银行信贷满足资

金需求，因而绿色基金是绿色金融中十分重要的供给方，目前重庆市绿色基金有较大的短板。一方面，现有绿色基金的数量屈指可数；另一方面，绿色基金投资规模较小。截至2019年，重庆环保产业股权投资基金管理有限公司规模为80亿元，投资总额6.5亿元，投资项目仅35个。对比湖州，湖州共设立绿色产业基金50个，总规模达350.48亿元，实际使用资金59.56亿元，已投项目105个。

（5）专业人才缺乏

重庆当前尚未针对绿色金融制定专门的人才政策，导致专业人才缺乏。人力资本是创新和发展的关键要素和资源，受到复杂技术、交织产业的影响，绿色金融领域专业人才面临着更加严峻的挑战。加之在人才服务和人才发展环境方面的竞争力有限，大量重庆内部的金融领域人才外流至一线城市，熟悉不同产业、熟练掌握和应用各类先进技术、推动资本市场为产业发展服务等专业人才更加不足，制约了绿色金融的快速发展。

（6）缺乏产品创新

提到落实发展绿色金融往往等同于绿色信贷，而多数环保项目或绿色基建项目为中长期项目，至少需要3~5年的发展周期，期限错配的信贷融资覆盖面不够广、灵活度不够高。从总量来看，截至2020年12月末，重庆绿色贷款余额占本外币贷款的6.77%，低于全国平均水平0.15个百分点；2020年绿色债券累计发行额占全国绿色债券累计发行额仅为3.85%，债券市场利用不足。从结构看，2020年12月末，绿色交通贷款占比29%，绿色制造、绿色建筑、绿色能源等领域信贷占比均不足5%。保险市场刚刚起步，强制性不足，积极性不高，产品难以匹配需求。基于排放权、排污权、用能权、知识产权等形式的抵质押融资需求和产品较少。缺乏创新型的绿色金融产品，解决绿色融资瓶颈问题的能力有限。

(7) 法律法规体系不健全

重庆市有关绿色投融资和监管的法律体系不健全、标准不完善,各参与主体的权利、义务和责任不够具体。深圳市已开始制定《绿色金融条例》,试图用地方法规形式明确绿色金融机构和绿色企业的权利和义务,包括环境信息披露和监管奖惩制度,以及通过监管沙盒支持数字技术在绿色金融中的试点(如允许建立以区块链为基础的绿色资产交易平台等),重庆也可考虑跟进。

9.2 绿色融资渠道及投资需求分析

9.2.1 重庆市绿色金融发展现状

社会资金和私人资本是绿色产业最主要的融资来源。因此,在2030年前建成组织体系多元、产品种类丰富、基础设施完善、政策支持有力、市场运行高效的绿色金融发展体系,对全市经济绿色转型、生态环境改善、碳排放提前达峰有着至关重要的作用。为制定重庆市绿色金融发展目标和路线图,首先需要根据我国绿色金融体系构成,明确重庆市公共财政和绿色信贷、保险、债券、基金、上市5种主要绿色融资渠道的发展现状。考虑数据可得性,以截至2019年的数据进行测算如下:

绿色信贷融资方面,重庆市2019年绿色贷款余额为2138.27亿元,占全部贷款比重为9.35%。2019年末余额同比增速为34.46%,超过全市贷款平均增速19.4个百分点。2019年绿色贷款投放额为634.5亿元,绿色贷款加权平均期限约为3年。此外,重庆市2009年至2019年贷款年均复合增长率为15%。

绿色保险资管方面，据中国保险资产管理业协会统计，截至2019年4月底，全国保险资金以债权投资计划形式进行绿色投资的产品注册规模已近7900亿元，保险资金运用占比4.6%。重庆保险业资产规模2018年为1505.34亿元，当年保险资金运用余额占比89.6%，则可估算当年绿色投资余额为62.04亿元。债权投资计划平均期限为7年，2019年发放资金约10亿元。另据统计，2004年至2019年，保险资金运用余额由1.08万亿元增长为18.53万亿元，年均复合增长率为20.86%。

绿色债券方面，重庆市2019年发行各类绿色债务融资工具共44.6亿元，2016年至2019年累计发行220亿元，去除90亿元金融债，年均发行32.5亿元。同时，2015年至2019年间非金融企业债复合增长率为19.54%。

绿色基金方面，截至2019年，重庆市最大的环保产业股权投资基金管理有限公司共发起设立15只基金，其中母基金1只，子基金10只，平行基金4只，规模为80多亿元。但仅完成38个项目投资，累计投资总额6.5亿元。由此可见，重庆市绿色基金还处于较为初级的发展阶段，绿色融资服务能力还严重不足。

绿色企业上市融资方面，截至2020年2月末，重庆市绿色企业总市值为625亿元，占重庆上市企业总市值的9.46%，7家绿色企业上市以来累计直接融资280亿元，平均融资额度为40亿元/家，年均融资额为10亿元/年。

同时，财政资金是支持公益性和准公益性绿色项目最重要的资金渠道。重庆市2010—2019年间节能环保公共财政支出共1293亿元，其中2019年财政支出为175亿元。节能环保公共财政支出约占GDP的0.85%，年均增长11.7亿元。

综上所述，2019年从金融和财政渠道筹集的绿色投资额约为874亿元，约80%来自金融渠道（其中绿色信贷占比约为90%），另有20%来

自财政资金。

9.2.2 模型口径的绿色投资需求预测和口径转换

由于以模型估算的投资需求口径与一般理解的绿色投资统计口径有较大不同，为了满足绿色投融资监管部门和金融机构的规划和业务发展需求，本报告将按模型口径估算的绿色投资需求转换为本报告定义绿色投资融口径数据（除非特别表明，本报告所称的“绿色投资需求”指报告口径的绿色投资需求）。报告口径的绿色投资需求包括来自绿色金融渠道的融资（包括当年绿色信贷投放额、绿色保险资金投资额、绿色债券发行额、绿色基金投资额、绿色企业上市融资和增发融资的规模总计），以及公共财政提供的绿色投资和企业以自身盈利进行的再投资^①；绿色金融投资的界定范围参照发改委《绿色产业指导目录（2019年版）》和以此为基础的绿色贷款、绿色债券等绿色金融标准；财政出资的绿色投资的界定范围参照重庆市财政局公布的节能环保公共财政支出口径确定。

经过对两种口径的比较研究，我们发现模型口径与报告口径之间有如下主要区别：第一，模型口径覆盖的范围是基于能源系统和温室气体减排技术环节确定的，涉及实体经济系统各个方面，但细分度较低，所包括的子行业和项目类别较少，而报告口径则包括了更为详尽的六大产业二百余小类绿色项目^②。以工业节能相关投资为例，模型口径仅考虑节能改造、设备更新等，而报告口径另含高效节能、先进环保装备制造等。以交通电动化相关投资为例，模型口径仅考虑新能源交通工具替代传统交通工具的投资差异，以及新能源交通基础设施（充电、加氢）投资等，而报告口径另含新能源交通工具制造投资。第二，即使在两种口

① 基于固定资产来源数据，我们假设企业以自身盈利进行的投资占全部绿色投资规模的25%左右。

② 资料来源于发展改革委等机构发布的《绿色产业指导目录（2019年版）》。

径都覆盖的行业，模型口径只覆盖与绿色相关建造、安装和设备购买支出，不包括运行维护支出以及燃料成本。而报告口径则覆盖了模型口径下的项目以及企业运营管理和燃料成本等投资支出。第三，模型口径下的统计强调可以产生“绿色额外性”的投资需求（如绿色建筑的节能减排部分的成本、新能源交通工具与传统能源交通工具的成本差别），而报告口径的统计则在许多行业涵盖了绿色项目的全部成本。

基于重庆市数据对两种口径进行对比，可形成模型口径和报告口径之间的映射关系，得到2019年、2020年模型口径与报告口径绿色投资量的比例约为53：100。

9.2.3 不同路径下绿色投资需求预测

课题组设定了两种发展路径进行投资需求测算和对比：一是参考路径，即第2章中使用的参考情景（BAU），在此路径下，重庆保持现有政策而不采取更为激进的减排措施；二是近零路径，即第2章中使用的近零情景（NZ）。在此路径下，重庆在2050年的碳排放将比2020年的水平降低85%以上。图9-1显示了在模型口径下绿色投资在两种不同路径下的年均规模：在2021—2030年间，近零路径下的年均绿色投资规模是参考路径下年均绿色投资规模的2倍左右。

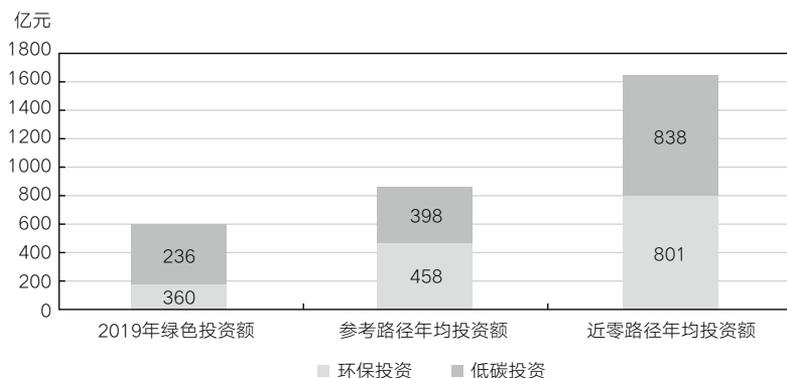


图9-1 2021—2030年模型口径年均绿色投资额（2018年不变价）

如果用报告口径定义绿色投资，基于模型口径与报告口径的转换系数，我们得出2021—2030年近零路径下报告口径的绿色投资累计需求约为3.1万亿元（而参考路径下的绿色投资需求为1.6万亿元），2021—2050年近零路径下绿色投资累计需求约为15.3万亿元（而参考路径下的绿色投资需求约为8万亿元）。注意，这些数据均以2018年的不变价计算。报告口径绿色投资需求的详细预测结果见表9-1。

表9-1 报告口径绿色投资需求预测（2018年不变价）

（单位：亿元）

年份	近零路径		参考路径	
	年投资额	投资增速	年投资额	投资增速
2019	1131	N/A	1131	N/A
2020	1370	21.1%	1198	5.9%
2021	1615	17.9%	1267	5.8%
2022	1875	16.1%	1339	5.7%
2023	2160	15.2%	1413	5.6%
2024	2470	14.4%	1490	5.4%
2025	2805	13.6%	1570	5.3%
2026	3170	13.0%	1652	5.2%
2027	3565	12.5%	1737	5.1%
2028	3995	12.1%	1824	5.0%
2029	4460	11.6%	1915	4.9%
2030	4963	11.3%	2008	4.9%
2021—2030年累计	31078	13.7%（年化）	16214	5.3%（年化）
2031—2040年累计	49374	N/A	25759	N/A
2041—2050年累计	72825	N/A	37994	N/A
2021—2050年累计	153277	N/A	79968	N/A

资料来源：课题组模型测算。

9.2.4 绿色投资对经济增长的贡献

我们对不同路径下绿色投资对固定资产投资和经济增长的贡献进行了分析。

首先，根据历史趋势，假设在参考情景下重庆市GDP增速会从目前的6%逐步减速到2030年的5%左右（未来十年年均GDP增速为5.3%），且投资率（固定资产投资占GDP比重）维持在90%。

其次，将固定资产投资根据环境属性分为绿色、中性和棕色三类。在参考路径下，三类投资占全部投资的构成与2019年的构成保持不变，增速与GDP一致，从而体现“现有政策不变”的假设特点。在近零路径下，我们根据前文按报告口径预测的绿色投资需求来预测绿色固定资产投资增速，并计算对经济增长的贡献。具体步骤如下：首先假设重庆市2019年绿色固投占全部固定资产投资的比重与2019年绿色信贷占全部信贷比重一致，未来十年内绿色固投的增速与报告口径绿色投资的增速保持一致，在这些假设的基础上估算重庆未来十年的绿色固定资产投资；同时，根据棕色产业的萎缩趋势和相关国际经验，在参考路径预测的基础上，剔除全部煤电投资及部分化工、钢铁、水泥、有色等高排放、高污染工业的投资^①，估算出近零路径下棕色固定资产投资规模；假设近零路径下中性固定资产投资规模与参考路径下的数据相同。根据近零路径下绿色、中性、棕色投资的规模可计算全部固定资产投资规模和对应的GDP。

基于两种路径下绿色投资与固定资产投资完成额和对应的GDP，可计算出绿色固定资产投资占全部固定资产投资的比重、绿色固定资产投资增量占固定资产投资增量的比重，并得出由于额外投资（即近零路径下绿色、棕色投资之和与参考路径下绿色、棕色投资之和的差额）所带来的固定资产投资和对GDP增速的新贡献，详细结果见表9-2。由表9-2可见，从2021年至2030年，近零路径下的绿色固定资产投资额占当年固定资产投资额的比例由11.8%增至21.8%，十年的平均占比为16.8%，而参考路径下该比例仅为9.4%；未来十年，近零路径下的绿色固定资产

^① 基于重庆市工业固定资产投资构成及“两高一剩”贷款数据估算。

投资增量占固定资产投资增量的比例平均为36.0%，而参考路径下该比例仅为9.4%。与参考路径相比，在近零路径下由于绿色投资及其带动的绿色经济的较快发展，重庆的年均GDP增速可提高约0.5个百分点（即从5.3%左右提高到5.8%左右）。由此可见，重庆市通过大力发展绿色金融支持碳中和目标，将为提升经济增长潜力带来重大的机遇。

表9-2 不同路径下绿色投资对固定资产投资和经济增长的贡献
(2018年不变价)

(单位：%)

年份	近零路径			参考路径		
	绿色固投 占固定资 产投资 比例	绿色固投增 量占固定资 产投资增量 比例	GDP 增速	绿色固投 占固定资 产投资 比例	绿色固投增 量占固定资 产投资增量 比例	GDP 增速
2021	11.8	30.1	6.3	9.4	9.4	5.8
2022	12.9	30.6	6.2	9.4	9.4	5.7
2023	14.0	32.2	6.1	9.4	9.4	5.6
2024	15.1	33.5	6.0	9.4	9.4	5.4
2025	16.2	34.8	5.9	9.4	9.4	5.3
2026	17.3	36.4	5.8	9.4	9.4	5.2
2027	18.4	38.0	5.7	9.4	9.4	5.1
2028	19.5	39.8	5.6	9.4	9.4	5.0
2029	20.7	41.4	5.4	9.4	9.4	4.9
2030	21.8	43.3	5.4	9.4	9.4	4.9
2021—2030年平均	16.8	36.0	5.8	9.4	9.4	5.3

资料来源：课题组模型估算。

9.2.5 绿色项目性质、主体和融资渠道

(1) 项目性质

在未来30年内将出现的巨大的绿色融资需求中，有多种类型的绿色项目。为了分析不同绿色项目的融资方式，首先需要深入研究各种绿色

项目的商业化属性。一般来说，公益性的项目需要政府财政出资，准公益性的项目可以由财政和金融部门共同筹资，而商业性的项目则适合于社会资本投资。对这三类项目特点的描述见表9-3。

表9-3 绿色项目的商业化属性

名称	定义	特点
纯公益性项目	社会效益较强的非营利项目	社会、环境效益（外部性）高而经济效益低，一般企业无力或无意承担
准公益性项目	具有社会效益，并有一定收费机制和资金流入，但需由政府定价且不足以补偿成本的建设项目	具有明显社会、环境效益（外部性）与一定的经营性
商业性项目	有收费机制和资金流入，可通过市场进行有效配置，并以利润最大化为动机与目的的项目	社会、环境效益（外部性）较弱，经济效益较高

（2）项目主体

项目商业化程度的不同也往往与所属行业涉及主体的特点相关。比如，公益性和许多准公益项目属于基础设施类，一般以地方融资平台为项目主体。一些准公益项目也可以由市场化的企业来承担，但政府一般需要给予一定的激励或补偿机制，以提高这些项目的回报预期。商业化项目的主体一般是市场化的企业，包括民营企业 and 部分市场化程度较高的国有企业。

（3）融资渠道

按资金是否来自企业内部来进行划分，可以分为内源融资和外源融资。内源融资是指企业依靠其内部积累（如留利）而进行的投资。外源融资是指企业通过金融机构和金融市场筹资，包括贷款、发行股票、债券、融资租赁等。

按资金使用期限划分，可分为短期融资与长期融资。短期融资资金期限一般在一年内，主要用于满足企业流动资金的需求，包括商业信

用、银行短期贷款、票据贴现、应收账款融资等。中长期融资资金期限一般在一年以上，主要满足企业购置固定资产、开展中长期投资等活动。

按是否需要归还来划分，可分为股权融资和债权融资。股权融资是指企业融入资金后，自主调配使用，可长期拥有，如发行股票和从股权基金融资。债权融资是指企业按约定代价和用途取得的，必须按期偿还，如信贷资金和发行债券筹得的资金。

在确定融资渠道和方式时，一般要考虑项目的不同性质和涉及主体的特点。例如，部分水利发电、污水处理、固废处理等属于具有社会效益和一定收费机制，属于利润率不高的准公益性项目，可以在政府引导、激励之下由地方平台类项目主体通过金融机构筹集社会资本来投资建设。未来可以平价上网的清洁能源项目和回报率达到市场要求的环保项目，不需要政府补贴，属于商业性项目，可以主要由社会资本投入建设。重庆市的绿色低碳投资可以选择的融资渠道包括财政资金、银行贷款、债券、信托、融资租赁、股权融资和项目融资（PPP模式）等。表9-4简要梳理了各种融资渠道所适用的绿色项目。

表9-4 重庆市绿色产业适用的绿色融资方式

融资方式	适用领域
财政资金及政策性贷款	可支持电力、城建等重点行业的基础设施建设及产业园建设等
商业银行绿色贷款	可综合用于各类项目
绿色债券	政府债券主要用于建设规模较大的公益性和准公益性基础设施项目，企业类债务融资工具可用于商业性项目
绿色保险	应用于收益稳定、期限较长的低风险类债权类项目，如能源、交通和环保类项目
绿色信托、融资租赁	广泛应用于基础设施建设，如交通运输和建筑项目
股权融资	应用行业广泛，适用于成长性较高、有IPO和并购意向的企业和项目，如CCUS等新兴技术
项目融资（PPP）	主要应用于市政、交通等准经营性基础设施建设

根据本报告对未来重庆市主要绿色项目的类型分析，以及金融市场发展的趋势（即逐步降低银行类间接融资的占比，提高债券、股票等直接融资渠道的占比），我们对未来十年内各类绿色融资工具的构成作了一个示意性的展望。我们估计，在未来十年内由金融体系所提供的绿色融资中，绿色信贷可能占绿色融资总规模的75%（目前的90.7%），绿色债券占12%（目前为6.4%），保险资金占4%（目前为1.4%），股市融资占4%（目前为1.4%），基金融资占5%（目前几乎为零）（见图9-2）。这意味着为了实现近零目标，未来十年内绿色债券融资、保险业绿色投资、绿色企业从股市融资和绿色基金投资的增速应该远远超过绿色投资的平均增速（年均13.7%）。

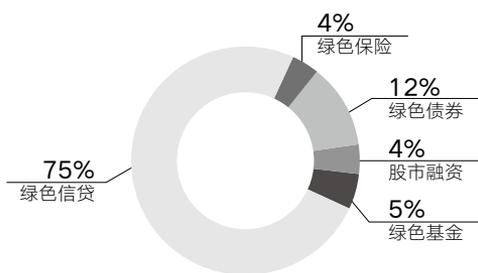


图9-2 2021—2030年绿色金融构成示意图

本书接下来将分别以碳市场、绿色信贷、绿色债券、绿色保险、绿色基金、绿色上市企业融资为主题，逐一对相关的金融产品、机构、政策和配套措施进行分析，重点讨论这些领域中所面临的问题和解决问题的对策。



第 10 章

碳市场

碳市场泛指服务于旨在减少温室气体排放的各种金融制度安排和金融交易活动。用市场机制推进节能减排、应对气候变化，一直是我国的政策基调。“十二五”以来，为了应对越来越严峻的环境挑战，开展碳排放权交易试点、推进全国碳排放权交易体系建设，已经成为生态文明制度建设的重要一环。为了发挥市场在资源配置中的决定性作用，同时更好地发挥政府作用，碳市场可以作为重庆市实现碳中和目标的市场枢纽平台和重要抓手：一方面是落实政府减排目标的市场化政策工具，另一方面是绿色金融开展绿色量化定价和资金配置的市场化赋能平台。本章将基于碳市场建设背景、进展、重庆市场情况的分析，提出服务全市碳中和目标的重庆碳市场发展思路。

10.1 碳市场建设背景

我国的碳约束目标。①40~45目标。2009年11月，为推动哥本哈根气候大会达成协议，中国政府向国际社会郑重承诺：到2020年单位GDP碳排放强度比2005年下降40%~45%，将它作为约束性指标纳入国民经济和社会发展中长期规划，同时建立全国统一的统计、监测和考核体系。②碳排放峰值目标。2014年11月，在历史性的《中美气候变化联合声明》中，中国政府承诺，到2030年左右碳排放达到峰值并将争取早日达峰，2030年同时将非化石能源占一次能源消费的比重提高到20%。③《巴黎协定》。2015年12月，包括中国在内的近200个国家在《巴黎协定》中一致同意，将全球平均气温升幅控制在工业化前的2℃之内并尽量控制在1.5℃以下，且争取在21世纪下半叶实现近零排放。④60~65目标。2015年9月，中国政府在《中美元首气候变化联合声明》中承诺，到2030年我国单位GDP碳排放强度将比2005年下降60%~65%。

碳交易政策演进。2010年9月，国务院在《关于加快培育和发展战略性新兴产业的决定》中首次提出，要建立和完善主要污染物和碳排放交易制度；同年10月，中共中央关于“十二五”规划的建议明确提出，把大幅降低能源消耗强度和碳排放强度作为约束性指标，逐步建立碳排放交易市场。2012年11月，十八大报告要求，积极开展碳排放权交易试

点。2013年11月，党的十八届三中全会的决议进一步明确要求，推行碳排放权交易制度。2015年9月，习近平总书记在《中美元首气候变化联合声明》中正式宣布，将于2017年启动全国碳排放交易体系，覆盖钢铁、电力、化工、建材、造纸和有色金属等六个重点工业行业。2016年10月，国务院印发《“十三五”控制温室气体排放工作方案》（国发〔2016〕61号），明确提出建立全国碳排放交易制度、启动运行全国碳排放交易市场、强化全国碳排放权交易基础支撑能力三个具体工作目标。

碳市场的分类及结构。①交易产品。作为碳市场交易标的的碳资产主要包括两类：一是政府发放给纳入强制控排范围的重点排放单位的碳排放权配额，比如北京市碳排放权配额（BEA）；二是未纳入强制控排范围的自愿减排主体产生的项目减排量，比如中国核证减排量（CCER）。由此形成了两个交易市场，一是为重点排放单位完成履约任务服务的碳排放权配额市场，二是为重点排放单位抵消其部分排放或机构与个人履行社会责任服务的项目减排量市场，前者也称强制市场，后者也称自愿市场。②地理范围。从碳市场覆盖的地理范围角度看，主要分为覆盖部分省市的区域碳市场，以及涵盖全国相关行业的全国碳市场，前者主要指2013年启动的京津沪渝粤鄂深七省市试点碳市场以及后来获准启动的福建、四川碳市场，后者主要指2020年即将开市交易的全国碳配额交易市场和全国统一的CCER交易市场。③市场结构。从碳市场的层次结构看，主要分为基于碳排放权配额拍卖等有偿分配方式形成的一级市场，包括场内和场外交易的二级市场，以及交易碳期货、碳远期等碳金融产品的衍生市场。④交易主体。碳市场的交易主体，主要包括重点排放单位、自愿项目业主、碳资产管理公司、碳基金、金融投资机构、其他企事业单位及个人。重点排放单位和自愿项目业主的主要交易动机是履约及抵消需求，其他企事业单位及个人的主要交易动机是履行社会责任，碳资产管理公司、碳基金及金融投资机构的主要交易动机

则是套利，随着碳市场的不断成熟，套利交易将成为各类主体越来越重要的交易动机，这也是碳定价机制不断成熟完善的重要前提。

10.2 中国碳市场建设进展

试点碳市场。2011年10月，国家发改委下发《关于开展碳排放权交易试点工作的通知》，批准在北京、天津、上海、重庆、湖北、广东和深圳七个省市开展碳排放权交易试点工作。2013年，七省市碳交易试点相继开市交易，迄今已经顺利运作了六个履约年度，取得了明显的成功。截至2019年9月27日，七个试点碳市场碳配额累计成交量为59748.87万吨，累计成交额为137.45亿元。

全国碳配额市场。2014年12月，国家发改委发布《碳排放权交易管理暂行办法》，搭建起全国统一碳排放权配额交易市场的基础框架。2016年1月，国家发改委发布《关于切实做好全国碳排放权交易市场启动重点工作的通知》，为2017年启动全国碳排放权交易和实施碳排放权交易制度进行准备和动员。2017年12月18日，国家发改委印发《全国碳排放权交易市场建设方案（发电行业）》（以下简称《方案》），并于次日召开的电视电话会议上宣布全国碳排放交易体系正式启动，《方案》明确全国碳市场将分基础建设期、模拟运行期和深化完善期三个阶段推进，将于2021年在发电行业交易主体间开展全国碳配额现货交易，并尽早纳入核证自愿减排量（CCER）。2018年4月16日，作为碳市场主管部门的国家发改委气候司正式转隶新成立的生态环境部。2019年4月3日，生态环境部发布《碳排放权交易管理暂行条例（征求意见稿）》，5月27

日发布《关于做好全国碳排放权交易市场发电行业重点排放单位名单和相关材料报送工作的通知》，6月14日发布《大型活动碳中和实施指南（试行）》，同时正式申请CCER用于国际航空碳抵消机制，9月25日发布《2019年发电行业重点排放单位（含自备电厂、热电联产）二氧化碳排放配额分配实施方案（试算版）》，同时组织举办多轮次全国碳市场配额分配和管理系列培训班，做好全国碳排放权交易市场运行测试相关准备工作。

CCER市场。2012年6月，国家发改委颁布《温室气体自愿减排交易管理暂行办法》（以下简称《暂行办法》），对中国核证减排量（CCER）交易市场进行规范；同年10月颁布配套的《温室气体自愿减排项目审定与核证指南》。2013年七省市碳交易试点启动后，CCER开始成为各个试点碳市场主要的碳抵消交易产品。2017年3月，国家发改委暂停CCER项目备案申请，新的CCER项目开发备案一直处于停滞状态；同时因CCER注册登记系统维护升级，试点碳市场纷纷暂停CCER交易及开户、变更和与CCER注册登记系统之间的账户转入、转出操作。2018年5月9日，CCER注册登记系统恢复上线运行，受理CCER交易注册登记业务，北京、天津、上海、重庆、湖北、广东、深圳、福建、四川九省市CCER交易机构完成与CCER注册登记系统对接调试后，CCER项目可跨地区流通，目前仅限于暂停前已获批项目，国家仍未重启CCER项目备案，《暂行办法》的修订办法需在《全国碳排放权交易管理条例》出台后再公布。根据规定，只有2005年2月16日之后开工建设的四类自愿减排项目才有资格备案为CCER项目，截至2017年3月，公示备案CCER项目2871个。目前，在中国自愿减排交易信息平台上实际公布的2014—2016年CCER签发量总共为5000万吨，来自254个减排量签发的CCER项目，占已经公示的2871项目的8.8%。截至2019年9月27日，七省市碳交易市场共成交CCER减排量近2亿吨。

10.3 重庆试点碳市场建设情况

2011年10月，国家发改委批准在北京、天津、上海、重庆、湖北、广东和深圳七个省市开展碳排放权交易试点。2014年6月19日，重庆碳排放权交易在重庆联合产权交易所正式开市。下面对重庆试点碳市场的机制设计做一个扼要介绍。

政策法规。碳市场顶层设计方面，重庆市坚持制度先行，出台了一系列地方法规和政府规章。2014年4月，重庆市人大常委会将《关于碳排放管理若干事项的决定》纳入立法计划。同年4月29日，重庆市人民政府印发《重庆市碳排放权交易管理暂行办法》（渝府发〔2014〕17号）。同年5月28日，重庆市发改委印发《重庆市碳排放配额管理细则（试行）》（渝发改环〔2014〕538号）、《重庆市工业企业碳排放核算报告和核查细则（试行）》（渝发改环〔2014〕542号）、《关于印发重庆市工业企业碳排放核算和报告指南（试行）的通知》（渝发改环〔2014〕544号）及《关于印发重庆市企业碳排放核查工作规范（试行）的通知》（渝发改环〔2014〕547号）。通过上述三个层次的地方法规及规章，建立起了比较完备的试点碳市场规制体系。

总量与覆盖范围。①覆盖范围。重庆市工业二氧化碳排放量占全市排放量的70%左右，试点方案将电力、冶金、化工、建材等行业共254家工业企业纳入了配额管理范围，其排放量占工业碳排放总量近60%。

②控排总量。上述控排企业所涉及配额总量约为1.3亿吨^①。③履约门槛。将2008—2012年任意年度排放量达到2万吨二氧化碳当量的工业企业纳入配额管理。

配额分配。①分配原则。2015年前配额实行免费分配、逐年分配。②分配方法。配额实行总量与竞争博弈相结合的方法。竞争博弈方法主要包括：由企业通过申报竞争，公平获得配额；将企业实施减排项目产生的减排量纳入配额计算，鼓励企业技改升级等。

MRV制度。①行业指南。重庆市碳排放核查工作根据重庆市发改委印发的《重庆市工业企业碳排放核算和报告指南（试行）》进行。②核查机构。根据重庆市发改委公布的《我市碳排放核查机构名单》的通知（渝发改环〔2014〕511号），重庆市碳排放交易试点的核查机构共11家^②。③报送系统。控排企业通过电子报送系统向政府报告年度排放情况。

抵消制度。①抵消产品。配额管理单位的审定排放量超过年度所获配额的，可以使用国家核证减排量（CCER）履行配额清缴义务，1吨CCER相当于1吨配额。②抵消比例。2015年前，每个履约期CCER使用数量不得超过审定排放量的8%。③限制条件。CCER减排项目应当于2010年12月31日后投入运行（碳汇项目不受此限），且属于以下类型之一：减排项目应属于节约能源和提高能效、清洁能源和非水可再生能源、碳汇、能源活动、工业生产过程、农业、废弃物处理等领域，减排项目无地域限制。

履约制度。①履约日。配额管理单位应当在每年6月20日前，通过

① 郑爽. 全国七省市碳交易试点调查与研究 [M]. 北京：中国经济出版社，2014.

② 具体包括：重庆市节能技术服务中心、重庆国际投资咨询集团有限公司、重庆市标准化研究院、中国质量认证中心、中国船级社质量认证公司、广州赛宝认证中心服务有限公司、重庆江河工程咨询中心有限公司、重庆市计量质量检测研究院、中冶赛迪工程技术股份有限公司、重庆市建设项目管理有限公司、联合优斯（北京）技术服务有限公司。

重庆市登记簿提交与审定排放量相当的配额（含CCER）。②处罚措施。按照清缴期届满前一个月配额平均价格3倍，对未履约企业进行处罚。

交易规则。重庆联合产权交易所作为重庆市碳排放权交易试点的指定交易机构，先后制定了一系列相关规则，主要包括：《碳排放交易细则（试行）》《碳排放交易结算管理办法（试行）》《碳排放交易风险管理办法（试行）》《碳排放交易信息管理办法（试行）》及《碳排放交易违规违约处理办法（试行）》等。

市场表现。①重庆市碳配额交易。根据重庆市碳排放权交易中心披露的数据，截至2020年2月26日，重庆市碳排放权配额累计成交量约为984.62万吨，累计成交金额约为5253.2万元。根据Wind数据，截至2020年2月26日，重庆碳配额累计成交量约为848.62万吨，累计成交金额约为2867.58万元（见图10-1）。②CCER交易。重庆碳市场未有披露CCER成交数据。

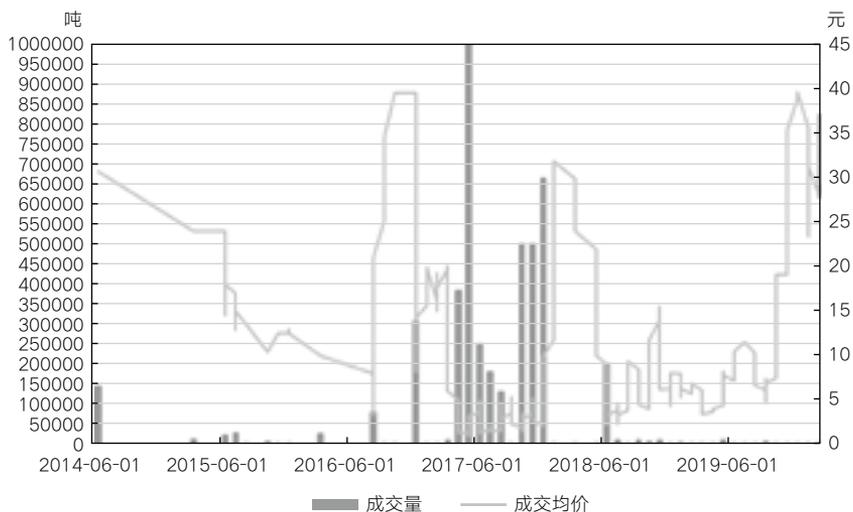


图10-1 重庆市碳配额交易情况

（资料来源：Wind）

10.4 服务全市碳中和目标的重庆碳市场发展思路

在绿色金融体系里，碳市场的主要功能是推动节能减排的政策工具，通过将碳排放成本内化到企业的成本结构之中，推动企业低碳转型，同时为其他绿色投融资活动提供一个绿色量化和定价的工具。

市场化政策工具。为了落实在碳中和愿景下的阶段性碳排放总量控制目标，政府可以通过配额分配与考核，同时引入违约处罚和政策奖补等激励约束措施，建立起将碳排放成本逐步纳入企业成本结构的市场机制（见图10-2）。碳市场的碳量化及定价功能，作为实现政府减排目标的市场化政策工具可以发挥重要作用：其一是为企业的履约考核提供交易支持服务，其二是为政府的奖补政策提供核发办理服务。在重庆市实现碳中和目标的过程中，如果能够充分挖掘碳市场的这两种平台性职能，可以为政策落地发挥重要的支撑作用。

市场化赋能平台。绿色金融要实现重庆市碳中和目标发挥必要的融资支撑作用，必须找到绿色表现尤其是碳减排量化与定价的可行途径，才能真正实现绿色金融的环境风险定价与资金配置功能。在这个问题上，碳市场的碳量化与碳定价功能，可以成为绿色金融的市场化赋能平台：一方面，通过从企业碳战略和碳绩效等角度进一步完善绿色主体的信用评级，可以为绿色信贷、绿色债券、绿色保险、绿色基金和绿色股票等绿色金融工具更好地实现绿色企业的估值与定价；另一方面，通过企业碳资产的交易与抵质押管理，不但可以为绿色信贷、绿色债券、绿色保险、绿色基金和绿色股票等各种形式的绿色投融资提供明确稳定

的碳价信号，建立起基于碳价信号的资金配置机制，还可以为企业申请绿色信贷提供补充担保品，以及为企业发行绿色债券提供补充收益，进一步丰富和完善企业的绿色融资渠道。

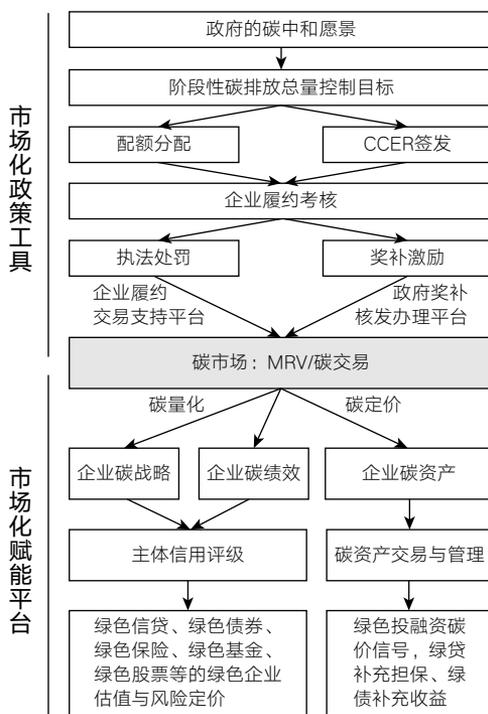


图10-2 碳市场是连接政府与市场的减排枢纽平台

10.5 配套政策建议

明确减排目标。在推动实现重庆市2050年近零排放愿景的过程中，重庆碳市场作为推进节能减排的市场机制可以发挥重要作用，未来30年

可以争取将覆盖企业占全市碳排放的规模提升到50%以上^①，并使2050年的碳排放量与2005年相比降低80%^②。碳市场定价机制的导入，预期可在未来30年为减碳企业提供数百亿元的额外收入（相当于对高排放企业增加了数百亿元的税收）^③。

试点优化升级。在重庆市碳排放权交易试点的基础上，研究对目前试点碳市场的机制设计进行进一步的优化升级，根据全市未来中长期近零排放目标及发展路线图，确定未来全市各阶段的减排目标，根据历史排放、未来减排目标及经济贡献等因素确定行业减排基准线，在此基础上确定全市配额总量及分配办法，并争取通过市人大立法提供法制保障。

扩大控排范围。在现有工业控排的基础上，将控排范围扩展到能源、交通和建筑等重点行业，同时将农林行业作为自愿减排和碳汇开发的重点领域。将控排门槛从目前年排放量2万吨碳当量的基础上下调到年排放1万吨或5000吨，以纳入更多控排主体^④。通过碳交易机制为上述重点行业引入市场化的激励约束机制，鼓励它们加快推进绿色化转型升级，支持大力发展清洁能源、绿色制造、绿色交通、绿色建筑、绿色农业及开发农林碳汇。

鼓励绿色消费。鼓励市民积极开展绿色消费，研究开发针对绿色产品及绿色服务的减排方法学（最好争取成为CCER方法学）、评估认证

① 欧盟碳排放交易体系（EU ETS）目前涵盖约45%的欧盟温室气体排放，即将于2020年启动的全国碳市场首期预计将覆盖30%~40%的中国温室气体排放。

② 中国政府承诺，2030年单位GDP的碳排放将在2005年的基础上降低60%~65%。欧盟预计，EU ETS将使欧盟固定设施到2030年的排放量在2005年的基础上降低43%左右，到2050年排放量与2005年相比将减少约90%。

③ 根据近年配额和碳价匡算可确定数量级，进一步精确计算需要两个假设条件：一个是未来30年重庆市累计碳配额规模的测算，另一个是未来重庆市碳市场的价格水平的预估，碳配额规模的5%~10%与碳价的乘积即履约交易规模，可大致作为高排放企业的成本或减碳企业的额外收入。

④ 可以请重庆市主管部门提供目前年耗能在2000吨、4000吨、8000吨标煤三条线重点用能单位的统计数据，然后进行估算。

办法和碳积分管理体系，通过绿色消费倒逼企业进行绿色化改造和转型升级。市民绿色消费积累的碳积分，可以作为抵消产品纳入重庆碳市场进行交易，还可以在申请消费信贷时作为个人的绿色信用积分及补充担保品，享受相应的优惠政策。

完善绿色融资。企业的减排绩效及开发的CCER资产，可以作为申请绿色信贷时的绿色信用积分及补充担保品，享受相应的优惠政策，也可以争取作为企业发行绿色债务融资工具时的绿色评级和定价依据，以及绿色债券结构化收益的组成部分，还可以作为政府发放贴息及各种补贴、给予相关政策支持的重要依据。目前，重庆市在气候司备案的CCER项目共有5个，签发量为0；上述项目在计入期内预计减排量为334.9472万吨，未来在CCER机制重启并获得正式签发后，按照10元/吨的CCER预期交易价格，预计将可获得3349万元的交易收益（见表10-1）。

表10-1 目前备案的重庆市CCER项目概览

序号	备案号	项目名称	项目业主	项目类型	预计年减排量(吨)	计入期
1	832	万州区蒲叶林风电场工程	重庆云能发电有限公司	能源工业	75416	2016年7月1日至2023年6月30日
2	263	酉阳凯迪生物质能发电厂工程	酉阳县凯迪绿色能源开发有限公司	能源工业	126413	2015年7月1日至2022年6月30日
3	222	重庆市巫山县千丈岩梯级电站工程项目	重庆巫山千丈岩水电开发有限公司	能源工业	82335	2014年6月14日至2021年6月13日
4	516	万盛经开区南天门风电场工程	重庆盛川南天门风力发电有限公司	能源工业	64286	2014年2月25日至2021年2月24日
5	471	涪江梯级渠化富金坝枢纽工程	重庆航运建设发展有限公司	能源工业	130046	2008年12月7日至2015年12月6日



第 11 章

绿色信贷

重庆是我国中西部地区的唯一直辖市，是西部大开发重要战略支点、“一带一路”和长江经济带联结点，在我国新时代区域发展、对外开放和生态文明建设格局中担负着重要使命。绿色信贷是我国最主要的绿色资金来源，应当在推动重庆 2050 年低碳发展目标的实现，筑牢长江上游重要生态屏障方面发挥更大作用。绿色信贷的发展路线应当从产品、机构、政策和配套措施四个维度来构建，有针对性地解决重庆当前面临的关键问题。本章首先从区域和国际比较的角度，讨论重庆绿色信贷所面临的问题和不足，然后从产品创新、激励机制和基础设施等几个方面提出建议。

11.1 重庆绿色信贷面临的问题与不足

近年来，重庆市绿色信贷增长迅猛，截至2019年末，全市纳入统计的绿色信贷余额2138.27亿元，同比增长34.46%，高出全市贷款平均增速19.4个百分点，较全国绿色信贷平均增速高19.06个百分点；绿色信贷余额占单位贷款比重逐年提升，由2017年末的8.03%上升至2019年末的9.35%。辖区5家银行机构设立绿色金融专营部门，2家银行设立绿色专营支行。重庆农村商业银行于2020年初成为全国第四家、中西部地区首家“赤道银行”。

与此同时，为打通绿色金融发展信息壁垒，重庆市借鉴浙江湖州等试验区数字化建设经验，统筹研究、调统、货信、科技等部门以及金融机构力量，自主开发“长江绿融通”重庆绿色金融大数据综合服务系统，系统端口布设到全市所有银行机构及辖内人民银行分支机构，并通过市大数据局与各主要产业部门连接，实现绿色项目精准对接、金融机构精准授信、绿色金融颗粒化数据全量采集以及绿金产品和政策充分共享等多项功能。

与此同时，相比起重庆中长期的低碳发展的目标和其他绿色金融改革试验区与发达国家的情况，重庆的绿色信贷仍然面临如下问题和不足。

一是绿色信贷投放不够。从总量来看，截至2019年12月末，重庆绿色信贷余额占单位贷款9.35%，低于全国平均水平1.05个百分点。为实现2030年之前碳达峰和2050年左右近零排放的目标，重庆2030年的绿色信贷总量需要大幅提高至2020年水平的两倍以上。同时还需要在传统产品的基础上加大创新力度，疏通绿色信贷进入新领域、发展新模式、服务新客户的通道（见图11-1）。

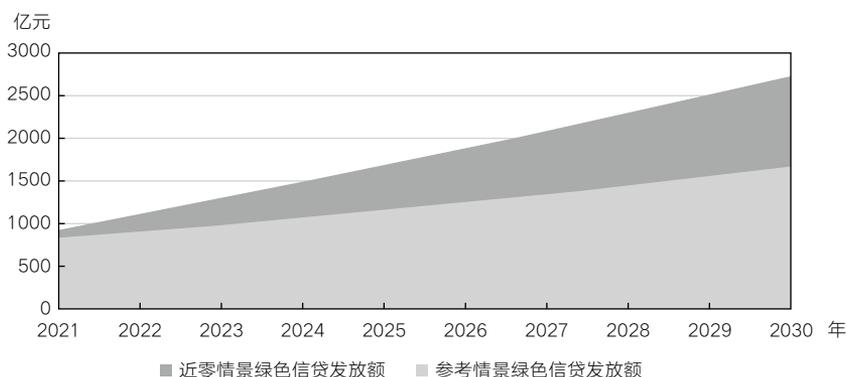


图11-1 重庆绿色信贷投放额路径对比（2018年不变价）^①

二是绿色信贷激励政策不足问题。目前重庆尚未制定绿色信贷贴息、担保、税费减免等相关激励政策，对辖区内金融机构发展绿色信贷的激励不足，需要创新政策制度，建立激励机制，发挥政策引导作用（见表11-1）。

表11-1 其他地区绿色信贷激励政策

地区	绿色评价	专营机构	信贷贴息	风险补偿	信贷担保	企业补贴
广州	绿色贷款余额增量25亿元以上给予0.02%的补贴，最高100万元	—	—	—	—	按0.5%给予补贴，每家企业每年最高50万元

^① 根据第9章表9-2数据预测。

续表

地区	绿色评价	专营机构	信贷贴息	风险补偿	信贷担保	企业补贴
深圳	—	—	按实际支付利息的50%给予企业贴息	最高按贷款本金损失的50%给予合作银行补贴	按实际发生担保费用的50%给予融资担保补贴	—
湖州	连续2年绿色银行评级前三奖励50万元；评级纳入财政资金竞争性存放评分体系，权重不低于5%	对经监管部门批准设立或认可的绿色专营机构，给予单家银行一次性奖励50万元	根据绿色等级，实行差别化贴息奖励政策，单家企业贴息奖励每年最高50万元	按照实际损失的一定比例给予金融机构补偿	按银行承担风险比例给予一定风险补偿，单家银行最高补助200万元	—
江苏	—	—	—	担保额度在1000万元以内的，按季均余额给予1%风险补偿	—	符合条件的绿色信贷贴息，力度不低于基准利率

三是绿色信贷基础设施尚不健全。主要包括缺乏与当地经济结构相适应的绿色标准、项目库建设滞后、环境信息披露体系不完善等。

四是气候风险的分析与管理能力缺失。当地多数金融机构不了解气候相关风险，尚未开展贷款和投资碳足迹计算，缺乏环境和气候信息披露的制度和办法。

五是带有较强公益性和期限较长的气候适应项目（如海绵城市、湿地、防洪、灌溉、林业等项目）缺乏吸引商业银行参与的制度安排。

表11-2 国内外绿色信贷信息披露制度对比

项目	国外	国内
披露指引	赤道原则、GRI、TCFD、绿色贷款原则、可持续发展关联贷款原则等	绿色信贷指引

续表

项目	国外	国内
披露方法	定性与定量结合、总量指标与相对指标结合	定性多，定量少；总量指标多，相对指标少
披露内容 (透明度)	内容充分翔实，配有案例介绍，透明度高	过于简略，内容空泛，透明度低
披露质量	必须经过第三方鉴证	第三方鉴证较少
强制性	强制性高	大多是自愿性要求，强制力弱

六是产品单一。发达国家的许多银行有较强的产品创新能力，已经形成从项目融资，到信用卡、商业建筑贷款、住房抵押贷款、汽车贷款、理财、投资基金等绿色金融产品和服务体系，许多产品已经与可持续相关的指标挂钩。与之相比，国内地方法人银行的绿色金融产品还处于碎片化发展的阶段。在绿色项目融资、流动贷款、投行与资产管理产品以及支付结算、信用卡和存款类零售产品等领域，地方法人机构都存在产品单一、创新能力不足的问题。

11.2 绿色信贷产品投放和创新建议

本节根据EPS模型口径覆盖的项目投资需求，探讨了绿色信贷投放和产品创新的具体方向。

11.2.1 绿色信贷传统产品

项目贷款、流动资金贷款、贸易融资、固定资产融资等现有信贷产品，以及理财投融资产品，可直接进入商业性项目，尤其是以下领域：

(1) 能源分类下的电网、可再生能源发电、煤炭清洁减量开发等。

(2) 工业分类下的高质量发展，以及优质企业的转型升级和能效提升改造。

(3) 交通分类下的道路交通电动化，例如电动车整车及产业链；高效基础设施和城市规划，例如充电设施的生产与布设及高速铁路、运输通道、区际干线、城际铁路、综合交通枢纽和城市轨道交通。

(4) 农业分类下的绿色农业、绿色畜牧业。

(5) 污染防治分类下的环保装备制造。

(6) 服务业分类下的绿色消费等。

11.2.2 绿色信贷产品创新

对于准公益性、公益性项目，或项目现金流难以覆盖项目投融资的商业性项目可以考虑的产品创新：(1) 组合贷款。政策性融资（或财政性资金、基金等）与商业贷款组合融资，偿还顺序为商业性融资、政策性融资、财政性资金。主要针对准公益项目，政府财政资金需要承担部分投资，并对项目风险做劣后分担。(2) 搭桥贷款。对公益性或准公益性项目，出资主体主要为财政，但鉴于财政资金到位速度不能满足项目建设进度的需要，银行可以做项目搭桥贷款，并合同安排财政或政策性资金分期偿还计划。(3) 项目前期融资。这类项目往往存在项目自有资金不足，对于公益或准公益项目，在还款计划落实的情况下，准予银行在借款人获得项目立项、规划等许可证后，发放项目前期贷款。(4) 创新抵押担保，为企业和项目增信。一是政策性担保机构提供第三方担保；二是试点碳排放权抵押和排污权抵押；三是知识产权、无形资产的抵押等。(5) 绿色个人消费贷款。可推出绿色住房贷款、绿色住房改造贷款、绿色购车贷款、绿色消费贷款等。丰富个人绿色信贷产品，形成供给端和需求端“双驱动”模式。(6) 开展绿色金融科技创新，提高风险识别能力、降低运营成本。

11.3 绿色金融专营机构建议

11.3.1 鼓励金融机构在重庆地区设立专门的绿色分支机构

受制于体制机制障碍，在绿色金融推进过程中，许多金融机构存在产品创新能力有限、环境风控管理体系不健全、难以提供有效保障等问题，因此成立专门的绿色分支机构十分有必要。重庆辖区目前仅有5家银行机构设立绿色金融专营部门，2家银行设立绿色专营支行，专业服务能力尚存在不足。建议重庆市鼓励辖区内金融机构设立专门的绿色分支机构，并通过资金奖励、人才政策等措施给予支持。

11.3.2 建议组建绿色融资担保机构

对公益性、准公益性、中小企业等的绿色项目，建议成立政策性担保机构，根据政府绿色发展目标，制定绿色支持目录，为商业性绿色信贷提供担保。该机构不以营利为目的、不与市场争收益。促进政策性机构和商业性机构的协调配合。

11.3.3 发展绿色投行业务，鼓励成立绿色SPV

绿色投行就是把绿色行业特征和投行的理念、工具结合起来，形成综合服务方案的过程，其创新空间显而易见：例如扩大绿色信贷ABS和绿色企业ABS的范围，国内较为常见的绿色资产证券化业务主要集中在污水处理、光伏发电等领域，下一步创新应聚焦在绿色消费和绿色供应链Pre-ABS产品，发展绿色REITS。

11.4 配套政策建议

针对重庆市绿色金融激励机制不足的问题，我们提出如下建议：

11.4.1 强化财政激励政策

可建立绿色信贷财政贴息制度（对企业）、税收专项减免制度（对企业和银行）。例如湖州市将绿色信贷分为深绿、中绿、浅绿三个等级，分别给予12%、9%和6%的贴息；江苏省出台专项制度，为绿色债券、绿色ABS提供30%的贴息等。重庆在设计贴息政策时，应该考虑将项目的碳减排效益作为评估贴息项目的重要决定因素，并建立绿色担保基金或委托专业机构对绿色信贷提供担保。同时鼓励政府、担保公司和绿色资产管理公司共同建立信贷风险补偿基金，给予绿色信贷项目风险补偿，对企业的绿色行为给予支持，撬动更多社会资本进行投资。

11.4.2 采用与国际接轨的绿色标准

应当充分考虑我国现有标准和国际标准的结合，突出碳减排理念，建立一套可复制、可量化、易操作的认定评价指标体系，必要时引进第三方评级机构，协助制定绿色项目标准。标准的目标是推动重庆低碳化转型及在全球成为低碳城市成功转型示范，可考虑率先使用中欧一致化绿色标准，突出碳减排的重要性。

11.4.3 加大金融监管政策对绿色金融的支持力度

提高绿色信贷考核占宏观审慎评估（MPA）的权重，大力推广补充抵押贷款（PSL）、再贷款、再贴现等货币政策工具支持绿色信贷的做法。将金融机构持有的绿色债券纳入再贷款质押品范围，提高质押率。对绿色信贷绩效优的金融机构适当放宽监管和绩效考核指标。支持银行业金融机构根据资产的环境属性开展差异化风险权重的试点，降低绿色资产的风险权重，提高棕色资产的风险权重。

11.4.4 鼓励金融机构开展环境和气候信息披露

鼓励金融机构开展环境与气候信息披露，包括披露金融机构自身运行的碳排放、绿色信贷和投资余额及环境效益、棕色资产风险敞口及其环境影响和碳足迹，以及金融机构持有的各类资产组合的碳足迹。支持金融机构开展环境风险分析，尤其是气候转型风险的研究，开发相应的风险管理工具。支持金融机构制定自身运营的碳中和规划。

11.4.5 支持气候投融资创新

明确气候投融资项目的界定标准和气候相关信息披露要求，建立对气候投融资的财政和监管激励机制，鼓励针对气候减缓和气候适应项目的金融产品创新。支持金融机构发行气候债券，支持有稳定现金流、但期限较长的气候减缓和适应项目。针对带有较强公益性的气候适应项目（如海绵城市、湿地、防洪、灌溉、林业等项目），在规划中可与盈利性项目绑定，以吸引社会资金的参与。

11.4.6 采用数字技术强化风险管理

采用完善的绿色金融监管机制、风险分担机制和补偿机制化解金融风险，以金融科技为抓手优化监管手段，强化企业环境信息披露。一是利用现代AI数字科技建立项目库，强化所有绿色项目的环境效益透明

度；二是建设大数据平台，运用科技手段提升绿色金融风险识别能力；三是运用环境信息公示平台，公布环境保护失信企业“黑名单”，规范企业行为；四是搭建绿色金融信息共享平台，加强部门间信息共享，为金融机构提供决策支持，及时识别潜在风险；五是采纳国际标准，开展环境信息披露的探索和尝试等；六是探索建立涵盖绿色信贷、绿色保险、绿色证券等在内的绿色金融统计指标体系。

11.4.7 加强智库建设、研究支持和人才培养

建立绿色金融领域的智库，深入研究绿色和低碳行业发展趋势、绿色金融产品、风险管理工具，搭建国际交流平台。通过产学研合作，培养一批绿色金融人才。通过市场化机制，引进一批绿色金融业务骨干。



第 12 章

绿色债券

近年来，我国已成为全球最重要的绿色债券市场。相对绿色信贷，绿色债券可以提供更低成本的融资和更长的融资期限，因此在推动重庆 2050 年低碳发展目标实现的过程中，绿色债券的发展也至关重要。本章从绿色债券发展现状、案例及潜力分析、产品与服务建议、政策和配套措施四个维度分析，并提出建议，有针对性地解决重庆当前面临的关键问题。

12.1 绿色债券整体情况

绿色债券通常被定义为由政府部门、金融机构或企业等向社会募集资金，专门用于符合规定的绿色项目或为这些项目进行再融资的债权债务凭证。

2008年，世界银行发行全球第一只绿色债券。此后，全球绿色债券发行规模越来越大，市场机制逐步完善，发行主体日益多样化。据统计，2019年全球绿色债券发行额达到1734亿美元，与2018年相比增长31%，再创历史新高。

我国在2016年迈入绿色债券市场，由兴业银行和浦发银行首批发行绿色金融债。尽管起步较晚，我国的绿色债券市场发展却十分迅速，在2016年即实现从零到发行量全球第一。在2019年，中国以229亿美元的发行量继续成为全球绿色债券发行量最高的国家。

凭借多年的绿色信贷基础及人民银行、中国金融学会绿色金融专业委员会（以下简称绿金委）等机构的组织推动，中国针对绿色债券的制度保障、研究创新、市场参与程度走在世界前列：在制度保障方面，人民银行和绿金委早在2015年就分别发布了《在银行间债券市场发行绿色金融债券有关事宜的公告》和《绿色债券支持项目目录（2015年版）》；

证监会、发改委、交易商协会分别发布了针对绿色公司债、企业债和债务融资工具的管理文件；多个省市提出适应自身发展需求的绿色企业标准和绿色项目标准，并为企业和金融机构发行绿色债券制定了激励政策。

在研究创新方面，积极创新绿色债券品种，首单绿色金融债、绿色企业债、绿色公司债、绿色中票、绿色定向工具、绿色ABS等纷纷上市；对国际责任投资原则、绿色债券原则与气候债券标准开展研究，细化绿色项目标准并持续进行更新；针对近年产生的蓝色债券也积极进行研究，谋划发展路径。

在市场参与度方面，各行各业的发行主体积极发行绿色债券，募集资金全面覆盖各类低碳环保领域，并连续保持全球发行量领先；引入责任投资者概念，广泛吸引投资群体。

12.2 重庆市绿色债券案例及潜力分析

重庆市参与绿色债券发行时间较早、发行品种多样，募集资金支持的绿色领域覆盖绿色建筑、轨道交通、污染防治、新能源可再生能源等领域。

绿色企业债方面，重庆龙湖企业拓展有限公司在2017年即发行两期绿色企业债，发行规模40.4亿元，期限5~7年，募集资金用于绿色建筑及补充营运资金。2019年，重庆市南川区城市建设投资（集团）有限公司非公开发行绿色企业债，发行规模10.8亿元，期限7年。

绿色金融债方面，重庆银行于2018年发行60亿元绿色金融债券，期

限3年，募集资金用于支持《绿色债券支持项目目录（2015年版）》规定的绿色项目。

绿色公司债方面，重庆市黔江区城市建设投资（集团）有限公司在2018年非公开发行两期绿色公司债券，发行规模11亿元，期限5年。

绿色债务融资工具方面，2019年，重庆市轨道交通（集团）有限公司发行绿色中期票据，发行规模20亿元，期限5年，募集资金用于偿还金融机构借款和补充营运资金。2020年2月26日，该公司又成功发行5年期15亿元绿色中期票据。

重庆市作为传统工业城市，拥有汽车产业、电子产业、材料产业、消费品产业、化工产业、装备产业、医药产业、摩托车产业、能源产业九大支柱产业，进一步细分还存在新能源汽车、节能环保新材料、绿色消费品、化工产品生产线环保改造、新能源装备以及风电、水电、太阳能电站等绿色环保项目，需要绿色债券募集资金支持的项目多种多样。

围绕长江经济带发展和长江大保护工作，重庆作为中西部唯一的直辖市、国家中心城市，将在其中承担重任。同时，重庆市也是丝绸之路经济带上西部开发开放的重要支撑和长江经济带与“一带一路”的重要联结点，与此对应的巨大融资需求除通过传统贷款方式解决，也有必要通过债券市场直接融资实现。

此外，重庆市市场主体总量超过260万户，若配合一定的引导和激励政策，有巨大潜力进一步加强绿色债券发行和交易的活跃程度。

但在参与绿债市场时间较早、品种多样的情况下，重庆市近年绿债发行量并无显著增长，2017—2019年发行量分别为40.4亿元、71亿元和30.8亿元，其中可能存在的问题包括欠缺顶层框架设计及中长期总体规划、缺乏财政激励政策，缺少绿色专营机构和专业人才等，在缺乏这些保障机制和人才队伍的前提下，也就无法制定有地方特色的绿色金融项目和企业标准，难以建立并营销推动当地的绿色金融项目库，使得潜

在的绿色债券发行者未能识别出自身拥有的绿色项目。在全国绿色债券市场蓬勃发展的潮流下，重庆作为绿色债券先行先试者，反而未能跟上趋势。

12.3 产品与服务建议

为实现提前碳达峰和2050年左右近零排放目标，加速绿色低碳发展，重庆市应采取措施，积极鼓励各类主体发行绿色债券，募集资金支持绿色生态、污染防治、节能低碳等领域的项目。在产品创新方面，我们建议：

12.3.1 发行政府绿色专项债

在发行政府专项债基础上，梳理节能环保项目，发行绿色政府专项债。可以参考目前全国首单绿色政府专项债——江西省赣江新区绿色市政专项债券，该笔债券发行前聘请第三方机构进行评估认证，债券发行金额3亿元，期限30年，募集资金纳入江西省政府性基金预算管理，用于综合管廊和智慧管廊项目。重庆市可以结合当地特色，围绕国家级海绵城市项目、新建轨道交通项目、长江及乌江风景绿道、长江沿岸防洪工程等绿色项目，发行绿色政府专项债。

12.3.2 发行绿色中小企业集合债

重庆市科创企业、中小企业众多，建议与绿色概念结合，发行绿色的创新创业债券、绿色的中小企业集合债券等。例如，梳理当地的合同能源管理公司、节能服务公司或第三方评估公司等，这些公司有体量

小、轻资产的特点，可以创新发行绿色中小企业债。而针对研究应用绿色领域新兴技术的企业，可以创新发行绿色科创企业债等。

12.3.3 发行蓝色债券，支持长江经济带生态保护

围绕长江经济带生态保护工作，可比照世界银行与海洋相关的“蓝色经济”概念，梳理当地的可持续渔业、水上运输、水上旅游、水上垃圾处理、沿岸环境治理与生态修复等项目，创新发行“蓝色债券”。重庆市与“蓝色经济”相关的项目可能包括农村用水提质工程、污水处理、流域治理、河道整治、防洪护岸工程、长江三峡生态旅游等。

12.3.4 发行绿色“一带一路”相关债券

围绕“一带一路”发展，重庆市可以凭借得天独厚的优势，大力拓展民俗旅游、长江三峡生态旅游、渝东南山水生态旅游、乌江风景道、长江三峡风景道等国家生态旅游路线，发展自贸区港口物流、国际铁海联运、西部陆海新通道项目等，切实服务“一带一路”发展。同时，重庆市可以支持当地企业或沿线项目在境外发行绿色债券，也可为沿线的境外企业、境外项目在我国境内发债提供支持。

随着未来绿色债券一级市场发行量稳中有升，二级市场活力不断加强，政府和金融机构有必要进一步提升服务水平。政府方面，一是建议研究探索建立跨市场的绿色债券流转和交易机制，扩大投资者群体，同时加强对国际投资者关于中国绿色债券的宣传介绍，吸引国际资本投资绿色债券。二是推进实现国内外绿色债券标准的一致性，建立标准之间的对应关系，降低投资者对绿色债券识别门槛，减少企业发行绿色债券成本的基础工作，促进未来跨境绿色资本的流动。三是协调财政、金融、税收、环保、发改等部门，制定综合性的激励政策，促进企业发行和投资绿色债券积极性，提升绿色债券流动性。

在金融机构方面，一是配合政府建立责任投资机制，引导投资者承

担企业社会责任，并不断扩大投资主体范围。二是主动加强机构间的沟通和合作，共享绿色债券信息，为服务统一绿色债券资金募集监管标准及分类评价体系打好基础。三是加强自身能力建设，为绿色债券发行及存续期管理涉及的绿色项目的投资运营识别及相关法律、金融、会计等提供专业服务，减轻管理成本增加对企业造成的负担。四是充分发挥境外分支机构作用，针对“一带一路”沿线地区基础设施薄弱、资本市场规模小的特点，吸引其在中国发行绿色债券，满足沿线相关地区的绿色基础设施融资需求。

12.3.5 开发转型融资工具

要实现碳中和，不仅仅要支持“纯绿”的项目（如清洁能源、新建的绿色交通和绿色建筑项目等），也要支持化石能源企业向清洁能源转型、老旧建筑的绿色低碳改造、高碳工业企业的节能减排和减碳项目等。后者一般被称为转型经济活动，也需要大量融资和一定的激励机制。欧洲已推出了一些转型债券，支持传统能源企业引入新能源项目，将废旧矿山改造为生态景区等。重庆也可借鉴这些经验，在认定标准、披露要求、激励机制等方面探索建立支持转型融资的机制，支持金融机构推出转型债券、转型基金、转型保险等金融工具。

12.4 推动绿色债券发行的政策措施

参考中央和地方已有的一系列金融、财政、税收等配套政策，为促进绿色债券市场活力，调动市场主体积极性，提出以下建议。

12.4.1 建立绿色债券项目库

加强金融、环保、工商、安监、发改等部门之间信息共享，根据重庆市相关规划，结合“一带一路”、长江大保护、新能源汽车、节能环保新材料、工业企业节能环保改造、新能源可再生能源等重点领域，遴选一批环境效益显著的绿色项目，建立绿色项目库，并在全国性的资产交易中心挂牌，支持项目主体发行绿色债券募集资金，或由财政部门选取库中项目发行绿色政府债。

12.4.2 建立绿色主体认定标准

鼓励第三方机构参与采集、研究和发布企业主体的绿色程度、绿色表现、潜在环境社会风险等，通过对发行主体的绿色认定，可简化逐笔项目评估流程，提升发行效率。同时，不断扩大企业绿色表现在上市、并购、发债、贷款等方面的运用，对不同评价结果的企业实施差别化措施。

12.4.3 建立绿色审批通道

支持企业在交易所市场、银行间市场、股权交易中心、机构间私募产品报价与服务系统等发行各类绿色债券和绿色债务融资工具，市级相关部门为绿色债券的审查审批简化程序，提供专人跟进、绿色通道，提升审批效率。

12.4.4 制定支持激励政策

安排专项资金，对发行绿色债券的机构给予绿色认证费用补贴；将金融机构的绿色债券纳入再贷款质押品范围，提高质押率；为绿色债券投资者提供税收减免优惠；支持担保公司、再担保公司开展绿色担保业务，为企业发行绿色债券提供增信服务。

12.4.5 建立责任投资者概念

鼓励各类机构投资者树立责任投资理念，引导股权投资、养老基金、保险资金、资管产品、信托等开展绿色投资，鼓励机构投资者发布绿色责任投资报告。同时，可探索个人投资者直接购买绿色债券。



第 13 章

绿色保险

绿色保险是在适应绿色发展过程中，为支持环境改善、应对气候变化和资源节约高效利用，为节能环保、清洁能源、绿色交通、绿色建筑等领域提供了一种保险制度安排和管理生态环境风险的市场手段。绿色保险产品不仅包括绿色建筑险等保障环境收益的产品，同时也包含环境责任污染险等环境污染事件的保险产品。本章从绿色保险发展情况、产品进展、产品建议和政策建议四个角度作出分析。

13.1 全国绿色保险发展情况

13.1.1 绿色保险产品

绿色保险产品是指以促进环境污染防治、保护绿色资源、保障绿色产业发展、增信绿色金融交易、提升应对气候变化能力、鼓励实施环境友好行为、促进资源节约高效利用为目标的保险产品。

绿色保险产品可以细分为以下七大类：

(1) 环境污染风险保障类保险，是指为企事业单位和其他生产经营者污染环境导致损害而承担的经济赔偿责任所提供的风险保障产品。如环境污染责任险、安全生产环境污染综合保险、船舶油污责任险等。

(2) 绿色资源风险保障类保险，是指为保护森林、野生动物等绿色自然资源，缓解人类社会与自然环境的矛盾所提供的风险保障产品。如森林保险、野生动物肇事责任险等。

(3) 绿色产业风险保障类保险，是指为节能环保、清洁能源、绿色交通、绿色建筑、绿色农业等行业领域有关技术、装备、产品所提供的风险保障产品。如绿色科技保险、绿色建筑性能保险、电动自行车责任险等。

(4) 绿色金融信用风险保障类保险，是指在绿色金融活动中，为履

约义务人的信用风险所提供的风险保障产品。如绿色贷款保证保险、碳排放权质押贷款保证保险等。

(5) 巨灾或天气风险保障类保险，是指从应对气候变化和极端天气的角度出发，为自然灾害损失所提供的风险保障产品。如巨灾保险、自然灾害公众责任险、农业保险、天气指数保险等。

(6) 鼓励实施环境友好行为类保险，是指对实施绿色生产、绿色消费等环境友好行为的投保人，提供费率优惠或权益增进的保险产品。如按里程计费的车险、过期药品置换保险等。

(7) 促进资源节约高效利用类，是指通过保险机制的引入，协助在相关行业领域落地节约、高效地利用资源行动的保险产品。如按需维保型的电梯安全责任险、全装修房质量保险等。

13.1.2 绿色保险服务

绿色保险服务是指保险公司在经营绿色保险业务过程中，除了提供风险保障（客户发生损失时进行赔付）之外，为客户提供的各类风险管理服务。

典型的绿色保险服务包括以下五种：

(1) 企业环境污染风险管理服务：保险公司为企业进行环境风险现场勘查与评估、出具风险评估报告，帮助企业发现问题，排查环境污染安全隐患，提出环境安全相关建议，为企业安保人员进行环境风险防范培训，推动企业降低环境污染风险、提升环境风险管理水平。

(2) 绿色建筑性能风险管理服务：保险公司在项目建设的启动、设计、施工、运行不同阶段，聘请第三方绿色建筑服务机构对重要环节和节点进行风险防控，确保标的建筑满足绿色建筑评价星级要求。

(3) 养殖保险理赔与病死畜禽无害化处理联动：保险公司将无害化处理作为保险理赔的前置条件，只有将病死畜禽交指定场所无害化处理

后，养殖户方可获得保险赔款，从而降低疫病传播、环境污染及食品安全风险。

（4）过期药品无害化处理联动：保险公司通过引入互联网平台与居民互动，并联合药店采取过期药兑换优惠券的方式吸引居民主动回收过期药品；与无害化处理机构联动收集处理过期药品。

（5）全装修房质量风险管理服务：保险公司聘请第三方风控团队，对全装修住宅进行全过程质量管控，按照各个关键节点实施检查，及时留档保存现场施工照片，对于检查过程中发现的异常情况，及时向开发商反馈，促进整改。

此外，广义的绿色保险还包括保险资金的绿色运用，详见保险章节资金运用部分。

13.2 重庆市绿色保险产品进展及问题

13.2.1 重庆绿色保险产品进展

重庆市在绿色保险方面围绕促进环境污染防治、保障绿色产业发展、提升应对气候变化能力，一定程度上丰富了绿色保险产品体系和业务模式。但目前的经验还是基本集中在较为传统和基础性的险种，且尚未形成具有“重庆特色”、能够发挥地方优势的商业模式。以人保财险为代表的保险公司在当地业务为例：

一是积极促进环境污染防治，不断健全环境损害赔偿机制。开展环境污染责任保险、危化品船舶保险、道路危险货物运输承运人责任保险等业务。2019年，为社会提供超过19.38亿元的环境污染风险保障。

二是完善与气候变化相关的巨灾风险防范机制。在市内29个区县与政府加强合作，推出巨灾保险，保障因台风、洪水等突发性自然灾害造成的居民人身伤害和财产损失，提供保额为28.11亿元的风险保障。

三是大力支持新兴绿色产业发展，为清洁能源装备、环保装备制造企业提供首台（套）重大技术装备保险保障。2019年，共为6家企业提供14笔首台（套）项目保险，为节能环保装备、清洁能源发电装备提供2.09亿元的产品质量和责任保障。

四是创新服务清洁交通、新能源等相关绿色产业，鼓励绿色出行。2019年为近60万辆电动车的驾驶人提供了876.25亿元的风险保障。

五是助力绿色资源和生态环境保护。2019年，为2640.99亩的天然林资源提供了223.8亿元的森林保险保障；开办了以种植业保险为重点的绿色产业类保险产品，提供保险保障20.85亿元。

六是积极参与养殖业环境污染风险管理，完善养殖保险理赔与病死畜禽的无害化处理联动机制。在垫江、忠县率先推出“保险+无害化处理”的“绿色保险+服务”模式。截至2019年末，累计承保生猪、能繁母猪43.01万头，初步引导完成4.92万头死亡猪只的无害化处理工作。

13.2.2 现有产品难以满足市场需求

交通方面，围绕重庆市交通战略规划，重庆市提出大力提高电动汽车比例，发展绿色货运和绿色交通基础设施，对新能源汽车保险、新能源汽车车延保发展提出了很高的要求。新能源汽车技术在动力系统方面与传统燃油汽车存在很大差异，日常的实际使用情况也与传统燃油车大不相同。但到目前为止，新能源汽车尚无专属险种，现有可选择的保险与传统燃油汽车的车险差异不大。套用常规汽车的车险条款和定价方式，对新能源车主来说不能得到全面保障，对保险公司来说新能源汽车的赔付率也相对较高。

建筑方面，按照重庆市建筑战略规划，既有建筑节能改造和新建建筑绿色化将推动绿色建筑快速发展。但从全国来看，我国绿色建筑发展缓慢，受到各方面制约因素较多：一是绿色建筑大量项目停留于设计阶段，存在较大增量成本，环境效益不明确，难以引起市场广泛关注；二是缺乏明确的政策支持，认定统计标准有待完善；三是开发期长，对绿色建筑项目建成效果难以把控；四是绿色建筑项目具有显著外部性，未能合理评估。目前重庆还未开发相应的保险产品解决这些问题。

13.2.3 配套法律缺失，政府支持缺乏

欧美等绿色保险发达的国家都制定有完备的《产品责任法》《资源保护和赔偿法》等环境法律责任体系，而我国目前在绿色保险方面没有系统性的法律体系，使得企业缺乏保险积极性，绿色保险的需求大打折扣。同时，因绿色保险的风险远高于其他商业保险，所以政府的支持对于绿色保险的发展起着至关重要的作用。

13.3 对发展绿色保险产品与服务的建议

13.3.1 能源领域

针对重庆市能源战略规划，建议应用太阳能光伏组件长期质量与功率保证保险、光伏电站收入损失补偿保险、风电设备质量保证保险，保障光伏2万千瓦以上、风能150万千瓦以上、发展分布式光伏的目标达成。

受国家产业扶持政策、精准扶贫政策的正向推动，光伏发电行业以

及其上游的光伏面板制造行业成为近几年来发展迅猛的实体经济行业。近三年来，随着国家对于新能源发电行业的重视程度不断提升，我国的光伏发电站覆盖区域从东部、北部地区向西部、南部地区不断延伸，运营企业从最初的民营资本向外资企业和国有大型企业覆盖，电站运营类型从最初的集中式光伏电站向分布式屋顶光伏、农村的渔光互补、农光互补电站等类型转变。

光伏电站运营的过程中仍面临天气变化和太阳辐射不稳定的风险，使光伏电站的收入不具有稳定性，光伏产业的普及无疑放大了这一风险。光伏电站收入损失补偿保险和光伏电站营运期财产保险，通过专属产品规避由于太阳辐射不稳定导致发电量下降产生的经济损失，转移发电量波动风险，维持光伏电站稳定的财务业绩，从而在一定程度上解决银行和投资者的担忧，帮助光伏电站融资，促进光伏产业的发展。

到2020年底，无论是国家能源局发布的《风电发展“十三五”规划》中提出的风电累计并网装机容量确保达到2.1亿千瓦以上，还是重庆地方规划中提出的风能发电量150万千瓦以上，都对风电工业产业升级和相关风险保障能力提出了很高的要求。日益提速的发展，带来了潜在的风险分散需求，风电设备的制造企业将对风电设备产品质量风险保障提出相应的保险需求，以降低财务波动风险，维持经营稳定性，同时借助保险公司品牌增信，保障产品“走出去”。

风电设备质量保证保险主要分为整机承保、零部件承保两种方式，为风电设备整机制造商及其上下游企业的质量风险提供保障，出现约定的保险事故时，承担相应的修理、更换或退货责任，从而为风电产业上下游产品线升级提供风险保障。

13.3.2 工业领域

重庆的工业战略规划提出发展高端制造业、能效提升改造、工业电

气化等项目，对新型技术装备的研发应用提出了很高的要求。重大技术装备是关系国家安全和国民经济命脉的战略产品，是国家核心竞争力的重要标志。长期以来，国产的重大技术装备质量参差不齐导致用户不敢买或不愿买。尤其是我国的清洁能源、污水处理及回收利用、大气污染防治、固体废弃物处理等绿色技术的运用仍然在创新推广阶段，潜在用户对业绩空白的高新技术产品的性能、质量不了解，造成了我国企业整套高价值的技术装备遭遇市场推广难的问题，这些因素在一定程度上限制了我国绿色技术创新、推广和绿色企业走出去的步伐。针对重庆市工业战略规划，建议应用首台（套）保险，保障绿色重大技术装备研发、制造及应用。

首台（套）保险包括产品责任险和产品质量保证险，前者保障因质量缺陷造成的用户财产损失或人身伤亡风险，后者保障因质量缺陷导致用户需要修理、更换或退货的风险。通过将两个险种打包承保，可平滑赔付风险，一方面可为保险公司提供可持续的保障打下基础，另一方面通过为企业的新技术落地提供全面的风险保障，可解决新型绿色环保装备前期销售推广难的问题，促进绿色产业科技迅速迭代发展。

保险试点工作突破了重大装备市场化初期的推广应用瓶颈，同时保险公司与政府合作，设计了首台（套）保险补贴政策，年度保费的80%由财政补助，企业承担20%。补助采取前置补助，企业按扣除政府补助后的比例缴纳保费，不占用流动资金。以政府引导企业购买保险服务的方式激发了保险杠杆功能，以市场化方式降低了用户风险，实现了财政资金扶持效应的放大，建立起一个政府、企业、用户、保险机构多方共赢的商业模式，即投保企业通过保险杠杆实现了产品推广和市场拓展，用户通过保险权益分担了新产品的使用风险，保险机构通过这一工作平台拓展了业务空间，财政资金发挥了良好的使用绩效。

建议在重庆市加大首台（套）项目的地方财政补贴力度，更好地

借助金融杠杆放大补贴的资金使用效率，同时明晰重大技术装备首台（套）地方认证标准，以更好地引导企业研发相关绿色环保装备，也有利于指导保险公司提供更加精准的风险保障和风控服务。

13.3.3 交通领域

新能源汽车保障方面的空白，意味着巨大的发展空间。为促进新能源汽车行业的可持续和健康发展，保险公司和监管机构需要通过考虑技术因素和风险特征来区分燃油汽车和新能源汽车，并制订合适的保障方案。

在新能源汽车延保方面，人保财险已经开展了纯电动车三电部分（电池、电机、电控）的延保试点，开出国产新能源汽车三电部分延保业务第一单，项目承保过程中对电池类型、电极材料特性、充放电性能、续航里程、驾驶环境等因素风险进行了充分论证，为实现在全国范围内充分利用保险手段全力支持新能源汽车产业发展奠定了良好基础。上述工作的开展支持了国家新能源汽车产业发展，开辟了新能源汽车保险的先河。

建议在重庆地区开展新能源汽车保险、新能源汽车延保的风险研究和项目试点，以期率先实现创新突破。

13.3.4 建筑领域

针对绿色建筑保险的痛点，人保财险设计了绿色建筑保险产品，全程监督，促进绿色建筑从纸面落地，从而弥补绿色建筑从设计到运营之间的管理真空，最大限度地确保绿色建筑设计落地。人保财险在北京创新落地“绿色建筑性能责任保险”，在青岛创新落地“超低能耗建筑性能责任保险”，对重庆突破绿色建筑类保险具有一定的借鉴作用。

绿色建筑性能责任保险为开发企业建设绿色建筑提供710余万元的

风险保障。该项目是全国范围内签发的绿色建筑性能保险业务第一单，标志着北京市绿色建筑金融保险制度首个试点成功落地。在项目的试点落地过程中，引入“绿色保险+绿色服务”新模式，将在项目建设的启动、设计、施工、运行等不同阶段，聘请第三方绿色建筑服务机构对重要环节和节点进行风险防控，确保标的建筑满足绿色建筑运行评价星级要求。

超低能耗建筑性能保险承保青岛中德生态园内一处超低能耗住宅产品。项目运行时，如未能达到超低能耗建筑的相关指标要求，保险公司将负责赔偿项目节能整改费用，或对能耗超标进行经济补偿，最高赔偿限额达到保费的10倍，充分保障房屋使用者的权益。通过保险机制保障超低能耗建筑性能，有利于这一新型建筑产品进行市场推广。

绿色建筑产业涉及主体众多，建议在住建部门、人民银行、银行保险监管部门的领导支持下，保险公司、银行、开发商结合重庆绿色建筑发展需要，落地试点绿色保险和绿色信贷的联动机制，为绿色建筑风险保障和融资机制开辟新的发展道路。

13.4 对配套政策的建议

13.4.1 完善相关法律法规

出台地方性绿色保险的法律条文，逐步扩大责任保险范围，为环责险的推广提供法律基础和保障。同时，还要鼓励环境公益诉讼，做好相关法律配套。

13.4.2 加大资金扶持力度

政府应加大对绿色保险的扶持力度。对于积极开展绿色保险服务的保险企业，应在资金等方面予以支持鼓励，降低保险企业的经营成本，提高其开办绿色保险业务的积极性；对于参保企业，可以在保费方面提供一定的补贴，参加绿色保险的企业可以在金融贷款、税收方面享受优惠政策。此外，鼓励更多的高环境风险企业参保。

13.4.3 加强保险产品与信贷等金融工具的联动

将企业绿色保险投保与其各项环境评估结果、获取信贷的资质等挂钩，发挥保险产品的担保和增信作用。

13.4.4 推行发展绿色保险的配套措施

建立地方性绿色保险数据库，评估生态环境风险，引导绿色保险合理化定价；同时加强环保教育和专业人才培养工作。



第 14 章

保险资管

保险资金的绿色运用包括两大方面。一是在绿色投资方面，保险公司根据保险资金成本、期限的特性，通过债权投资计划、股权投资计划、资产支持计划、绿色产业基金、绿色信托、绿色 PPP、绿色债券等多元化方式，支持绿色项目或产业发展。二是在普惠金融方面，保险公司开展支农支小融资业务，将绿色融资与保险主业、脱贫攻坚、乡村振兴有机结合，支持绿色产业发展。以下的分析以绿色投资为主。

14.1 保险资金投资绿色产业的整体情况

保险资金投资在坚持收益性原则的同时，更兼具社会性原则。保险资金参与绿色金融建设、支持绿色技术发展、推进经济结构绿色转型、支持生态文明发展，是保险业服务民生、履行社会责任的重要体现。

保险资金面向环保、新能源、节能等领域的绿色项目，为我国经济向绿色化转型提供融资支持。根据中国保险资产管理业协会统计，截至2018年4月底，保险资金以债权投资计划形式进行绿色投资的总体注册规模达6854.25亿元，其中包括直接投向的一些重点生态环保领域，如投资新能源666亿元、水利506.44亿元、市政178.6亿元、环保52.7亿元等。

险资不断探索绿色投资新路径，创新具有保险特色的绿色投资方式。为支持实体经济发展，保护生态环境，一方面，险资通过债权投资计划、股权投资计划、资产支持计划、私募股权基金、产业基金、绿色信托、绿色PPP等形式，直接参与能源、环保、水务、污染防治等领域的绿色项目投资建设；另一方面，通过间接投资特别是投资绿色债券的方式参与绿色金融建设，包括绿色金融改革创新试验区建设等。

14.2 保险资金投资绿色产业的路径

目前保险资金重点关注6类绿色投资类项目：一是清洁交通类，如城市轨道交通、客货运铁路、水陆交通中的航道整治等；二是节能减排与传统产业升级类，如“上大压小”、油品升级等项目；三是清洁能源类，主要集中在水电和风电领域；四是绿色建筑类，主要是棚户区改造类项目中的生态新城、特色小镇等打造绿色环保新型城市的项目；五是污染治理类，主要集中在水环境综合整治、水系截污、城市污水处理、城市地块环境综合整治等项目；六是国家重点项目类，如南水北调工程等。主要的保险资金投资绿色产业的金融工具如下：

(1) 绿色债券。绿色债券涵盖绿色金融债、绿色企业债、绿色债务融资工具、绿色公司债、绿色资产支持证券等目前债券市场所有券种。自2015年底国内绿色债券市场正式启动以来，截至2019年底，我国绿色债券发行规模已达到8409.87亿元，成为全球绿色债券的大国。目前已发行绿色债券的信用状况整体较好，绿色债券发行人信用等级AA+及以上占比较高；从期限看，绿色债券以中长期为主，契合保险资金长期性及稳定性的投资需求，可作为保险资金绿色投资的重点配置领域。

(2) 绿色股票。目前国内监管机构尚未对绿色股票范围进行明确定义，通常用多个较为成熟的绿色股票指数为保险资金构建绿色股票投资组合提供借鉴，按照特定标准对绿色股票评估后，选取综合评分较高的股票为样本，根据价格设计并计算出股票价格指数。中证指数公司编制

了19个绿色股票指数。目前保险资金投资绿色股票只能围绕中证公司开发的绿色股票指数中的指标股进行筛选，并且绿色股票界定标准的缺失使得保险机构或者监管机构很难统计保险机构的绿色股票投资情况，这也是国内保险机构在股票投资过程中很少将绿色投资理念纳入投资决策过程中的部分原因。

(3) 绿色债权产品。国内保险资金可以投资的另类债权类产品包括保险资管债权投资计划和融资类资产信托。从中国保险资产管理业协会公布的保险资管产品注册数据看，注册的基础设施债权投资计划的基础资产领域主要覆盖交通、能源和市政等领域，多数符合绿色投资及责任投资理念。尽管在当前结构性去杠杆的政策环境下，一些地方政府和国有企业的优质基础资产在减少，但监管部门也延长了基础设施债权投资计划的审批周期。相信随着绿色投资配套政策的完善，未来保险资金仍可以继续加大以服务实体经济为主的绿色基础设施的投资力度。

(4) 绿色股权产品。目前保险资金可以采取直接股权投资与间接股权投资两种方式投资绿色股权产品。在间接股权投资方面，保险机构既可以有限合伙人(LP)形式投资绿色私募股权基金(SPV)，也可以投资以绿色项目为投资标的的私募基金(FOF)。在直接股权投资方面，既可以通过发起设立股权投资计划或者以财务顾问身份借助信托产品投向绿色项目，也可以直接围绕清洁能源、节能环保、污染防治等绿色领域开展未上市股权投资。此外，还可以与地方政府融资平台合作发起设立PPP项目或认购PPP项目来实现绿色投资。值得注意的是，股权投资项目应以平层投资为主，避免采取“名股实债”形式，以防范增加融资主体的潜在债务水平。

要实现保险资金对绿色项目和产业的有效支撑，需要综合考虑项目的情况和绿色保险资金的特点，项目的类型、特征、投资周期等因素都会对资金的价格、期限、风险偏好等方面产生不同的需求，而绿色保险

资金工具的资金成本、产品结构、基础设施的完备程度以及可得性等也是绿色项目融资方必须要考虑的方面，必须通过深入综合考察资金供需双方的特点，做出最合适、互相匹配的绿色项目保险资金融资方案。

14.3 重庆市保险资金绿色运用的案例及潜力分析

14.3.1 绿色投资方面

2008年，重庆成为保险创新城市，国务院提出希望其在保险资金投资基础设施上做一些尝试，重庆地方则提出重庆要打造保险资金运用中心。重庆设立保险业创新发展试验区，开展保险资金投资基础设施试点是其重要内容之一。多年来，重庆市在建立保险资金投资项目库、引导鼓励保险资金投资基础设施建设、落实保险资金入渝的优惠政策等方面做了大量工作。重庆市曾提出5年内吸引2000亿元保险资金到重庆落地。

2011年，重庆市首次引进保险资金投资轨道交通建设，是保险资金在重庆进行绿色运用的首次成功试点。中国保监会正式通过了泰康—重庆轨道交通债权投资计划备案申请，泰康资产将募集30亿元保险资金，分5年投资重庆轨道交通6号线建设，资金利率低于银行基准利率。

2013年，保险资金再次进入重庆市绿色项目，“太平洋—重庆轨道三号线债权投资计划”通过中国保监会指定机构的审查并获得注册，由太平洋资产管理有限公司发起设立，投资重庆市轨道3号线项目建设，债权投资计划规模为15亿元，投资期限10年。

2017年发布的《中国（重庆）自由贸易试验区总体方案》涉及多项保险资金运用工作：鼓励在自贸试验区设立保险资产管理公司；支持在

自贸试验区内建立保险资产登记交易平台。同年中国保监会正式批准中保保险资产登记交易系统公司落户重庆自贸试验区。

2019年，重庆两江新区提出拟推动建成万亿级全国性保险机构间市场、保险业资金市场。将促进中保保险资产登记交易系统在渝正式运营，围绕保险资产登记、交易、结算和保险资金资产配置的特色功能定位，加快集聚全国保险机构、产品和资金，畅通保险资金直接服务渠道。未来若配合一定的引导和激励政策，保险资金有巨大潜力进一步加强绿色运用和交易的活跃程度。

14.3.2 普惠金融方面

人保财险在重庆市为绿色产业提供普惠金融融资支持，改进融资业务系统，对绿色产业融资项目进行标识，首创保险资金直接融资助力绿色产业的先河，为保险行业开展此项业务进行了有益探索。在开展支农融资的过程中，重点支持符合绿色金融理念、生态优化的农业产业。自试点以来至2019年末，人保财险共发展绿色金融支农融资项目131笔，支持产业涉及生态黑猪养殖、蜜蜂养殖、菇类种植、蔬菜种植、水稻种植、果品种植、竹笋种植等绿色产业，累计融资放款金额7514.5万元，带动就业近万人。为全市18个贫困区县的农业企业、农户和建卡贫困户的农业生产提供保险托底保障、支农融资支持，共向贫困县直投融资款项4350万元，带动贫困户7000余人次，引导广大贫困户、农户通过从事绿色产业脱贫。

14.4 保险资金投资重庆绿色产业的可借鉴案例和建议

保险资金体量大、长期性等特征，与绿色产业发展匹配度高，能够保障绿色产业获得持久稳定的资金来源与绿色项目的可持续性，并促进绿色产业资本的深化，助力解决绿色产业投入不足的问题。同时保险资金参与绿色投资，将绿色保险理念融入绿色治理体系，也成为促进绿色产业发展和延伸保险产业链的重要推手。当前，大量的保险资金与绿色项目的融合发展实践为重庆绿色产业发展提供了可参考借鉴的案例。

14.4.1 能源领域

在水能、风能领域，保险资金的投资项目包括：“平安—华能澜沧江债权投资计划”，投资于小湾水电站，注册规模50亿元；“平安—二滩水电债权投资计划”，投资于锦屏一级水电站项目，注册规模50亿元；“中国人寿—大唐发电债权投资计划”，投资于四川大渡河长河坝水电站项目，注册规模30亿元等。

在推动能源结构调整和升级上，保险资金参与的一些项目有助于推动我国能源结构调整、加速发展方式转变：中意资产、泰康资产、新华资产、国寿资产、太平资产、太保资产于2013年联合发起设立规模360亿元的“中石油西一、二线西部管道项目股权投资计划”；中国人寿以200亿元资金入股中石化川气东送天然气管道有限公司，支持我国继西气东输工程后又一项天然气远距离管网输送的工程建设；中保投资有

限公司与中国燃气控股有限公司共同设立保险行业首个清洁能源发展基金，募集100亿元保险资金投向华北地区农村“煤改气”项目。泰康保险集团与中国广核集团于2017年签署战略合作协议，在境内外的核电、清洁能源等领域进一步深化产融结合。

保险资金还参与了一些其他类型的生态环境建设项目，例如“太平洋—南昌水利投资债权投资计划”的投资项目“南昌市赣东大堤风光带景观工程岸线整治工程项目”；支持河道整治的“光大永明—秦淮河整治债权投资计划”；支持油品升级的“长江养老—中国化工集团基础设施债权投资计划”等。

以水电为主的能源项目是保险资金运用的经典方向，相关成功案例较多，建议重庆市借助本次绿色金融战略规划继续扩大项目规模和数量。

14.4.2 工业领域

政策层面对保险资金支持制造业、工业发展持鼓励和推动的态度，例如《关于金融支持制造强国建设的指导意见》中多处提到关于保险的内容：“积极开发促进制造业发展的保险产品和扩大保险资金对制造业领域投资。”但是，出于对风险、政策规定等方面的考虑，一般来说，在保险资金运用的总盘子中，流向制造业的比例仍然不高，且以债券为主。一些股权投资计划也面临规模小且分散的现状。

在绿色制造领域，保险资金正在发挥着作用。如中国人保发起设立规模为10亿元的“人保资产—中节能新材料环保产业基金股权投资计划”，所募集的资金用于对中节能新材料公司进行增资扩股，最终投资于节能环保建设项目，目前主要投资标的为主营业务涵盖绿色建筑、节能建材及装备、节能环保高新材料等领域的中节能绿色建筑产业有限公司。

光大永明—前海母基金股权投资计划，以前海基金为投资标的，支

持前海基金为众多科技制造业企业提供资金。这类投资计划一般规模较小且资金分散，对制造业的融资支持力度有限。

2018年10月，中国银保监会公告拟取消保险资金开展财务性股权投资行业范围的限制，允许直接投资制造业等非金融企业股权，但政策至今仍未见落地，保险机构目前仍持观望态度。

建议重庆结合绿色金融在工业领域的战略规划，为保险资金进入工业能效提升、工业结构调整、工业零碳零废试点示范等项目提供更有利的政策环境。

14.4.3 交通领域

基础设施类项目一般所需资金量较大、项目营运周期长，与保险资金规模大、期限长的特点相匹配。作为持有大额、长期资金的重要机构投资者，保险机构投资基础设施项目，有利于发挥保险资金的融通功能，深入参与国民经济生活，支持国民经济增长，也有利于拓宽保险资金运用渠道，改善资产负债匹配状况，分散投资风险。

在2011年和2013年，保险资金就成功进入重庆市轨道交通建设项目，也是保险资金在重庆进行绿色运用的首次成功试点。

从全国来看，保险资金也常常进入大型交通基础设施项目。2007年，由平安牵头组建的保险团队集体出资160亿元，以股权投资计划的方式投资京沪高速铁路项目，占总股份13.93%，成为该项目第二大股东。此举是中国保险企业首次联合投资大型基础设施项目，实现了保险资金在基础设施投资上的重大突破。平安旗下平安资产管理公司受托出任资金受托管理人。参与发起京沪高速铁路股权计划的保险公司有太平洋保险、泰康人寿和太平人寿；参与认购方包括人保财险、中再集团、中意人寿三家保险公司。

重庆本次在交通领域提出的战略规划中，绿色低碳综合交通基础设

施是重要的组成部分，也是保险资金运用的重要标的之一，建议在这一领域积极对接保险资金，寻求更多的合作机会。

14.4.4 建筑领域

一般来说，保险资金进入商业房地产项目受到各方管理规定的较多限制，通常参与的是保障房、棚改项目、养老、医疗等不动产项目。

2011年，太保、国寿、平安等国内7家保险资产管理公司以债权投资方式参与了北京保障房项目“蓝德计划”。项目共分两期，虽然最终融资未达计划募资额，但200多亿元的规模仍是险资进军保障房的首个大单。

本次重庆市的绿色发展战略规划中提出推广绿色建筑，建议对绿色建筑项目进行区别规定，在保险资金投资绿色建筑项目上进行一些略微“松绑”的试点。如进一步提高项目的收益率，或者给予税收支持政策减免相关税负。

第 15 章

绿色基金

绿色基金是指专门针对节能减排、低碳发展、环境优化项目而建立的专门投资机构，包括投资于股权的绿色产业基金、绿色股权基金和绿色创新投资基金等。基金投资是最重要的支持低碳技术创新的渠道，但目前重庆市绿色基金发展尚未形成体系和规模，缺少绿色基金专业机构，投向与重庆市绿色投资项目匹配性不强。为支持重庆市实现提前碳达峰和 2050 年左右近零排放的目标，结合 2021—2030 年绿色投资项目规划，报告提出了绿色基金发展路径。主要内容包括：一是充分发挥财政资金引导作用，发起或合作设立绿色发展基金，撬动更多社会资本参与绿色低碳循环经济产业项目投资；二是设立绿色科技基金，孵化绿色新技术和新产品；三是优化政策环境，引入和引导投资基金参与支持重庆低碳目标要求项目建设。

15.1 全国绿色基金发展情况及案例

基金在绿色和可持续发展领域的探索不断深化。国家层面，经国务院批准，财政部、生态环境部、上海市人民政府三方发起成立了绿色发展领域的国家级投资基金，2020年已正式启动运营。基金旨在采取市场化方式，发挥财政资金的带动作用，引导社会资本支持环境保护和污染防治、生态修复和国土空间绿化、能源资源节约利用、绿色交通和清洁能源等领域。2019年4月第二届“一带一路”国际合作高峰论坛上，习近平总书记正式宣布成立“一带一路”绿色投资基金。光大“一带一路”绿色投资基金整体采用“境内人民币基金+境外美元基金”的双币种结构，首期100亿元人民币基金，将以设立“境内人民币母基金+地方直投基金”的组合模式进行，其中母基金拟募集规模不低于50亿元。基金将整合光大集团内金融和产业优势资源，聚焦“一带一路”沿线国家和地区，主要投向为绿色环境、绿色能源、绿色制造和绿色生活四个领域。

截至2019年底，我国绿色私募基金共计744只，环保主题公募基金36只^①。地方政府出资的绿色或节能环保基金进一步发展，有效发挥财政资金撬动作用，助力地方经济绿色转型。截至2019年末，内蒙古、河

^① Wind数据库中“环保主题基金”统计。

北、广东、浙江、陕西、重庆、江苏等十几个省市建立的50多个地方政府支持的绿色基金或环保基金，主要投资于生态治理、节能环保、清洁能源、文化旅游、绿色产业等领域。

此外，一些企业也参与创设绿色私募股权和创业投资基金。目前，节能减碳、生态环保已成为很多私募股权基金和创业投资基金关注的热门投资领域。2010年以来，一些大型企业积极参与绿色基金设立和运作，如中国节能环保集团公司（中节能）联合银行、保险公司、工商企业等设立了绿色基金；建银国际联合上海城市投资开发总公司共同设立建银环保基金；亿利资源集团、泛海集团、正泰集团、汇源集团、中国平安银行等联合发起设立了绿丝路基金，致力于丝绸之路经济带生态改善和光伏能源发展等。^①

15.2 重庆市绿色基金发展现状及问题

15.2.1 重庆市绿色基金发展现状

（1）重庆市产业引导股权投资基金

重庆市政府于2014年设立了重庆产业引导股权投资基金。截至2019年第一季度，基金实收资本102亿元，累计认缴146.63亿元，共发起设立27只专项基金，参与出资2只政府主导的投资基金和1只纾困基金，发起基金规模共计1306.5亿元，杠杆比1：9.56。同时，通过银行投贷联动、大股东追加、吸纳闲散社会资金等方式，进一步撬动139.94亿元的资金跟投项目。

^① 马骏，安国俊. 构建支持绿色技术创新的金融服务体系 [M]. 北京：中国金融出版社，2020.

经过五年的运作，目前基本形成了与全市三次产业结构相匹配，投资领域覆盖工业、农业、科技、现代服务业、文化和旅游六大领域，投资方向覆盖企业发展各个阶段，重点投向支柱产业转型升级、战略性新兴产业培育和创新型中小微企业发展的专项基金组合。一批成长期项目实现经营规模扩张，包括节能环保行业的企业例如国内LED小灯领军企业睿博光电以及重庆市新三板首家环保类挂牌企业新安洁等^①。

（2）重庆环保产业股权投资基金

2015年6月，重庆市政府出资10亿元成立重庆环保产业股权投资基金，计划撬动40亿~50亿元资本规模。该基金由生态环境部对外合作中心和重庆市环保局共同发起成立，是国内第一家在中国基金业协会登记备案的政府主导的环保类股权投资基金管理公司以及国内第一支政府主导的环保类股权投资基金。基金采用母子基金的运作模式，按照“政府引导、市场运作、科学决策、防范风险”原则进行管理。

基金主要投向以快速成长期或成熟期为主的生态环保企业、上市公司环保类项目定增计划、环保类企业的并购重组，以及与银行、机构合作的方式组建专项产业促进基金支持政府和企业重大环保类基础设施建设等。基金投资形式包括股权投资、债转股、并购重组、上市企业定向增发等多方式。基金具有完善的投后管理机制及增值服务体系，在西部乃至全国体现了较强的辐射能力。

截至2019年，基金公司共发起设立15只基金，其中母基金1只，子基金10只，平行基金4只，规模80多亿元。完成了38个项目投资，累计对外投资总额6.5亿元。公司业务已覆盖北京、上海、天津、山东、浙江、安徽、广东、广西、海南、重庆、四川、河北、宁夏等16个省市自治区。

^① 资料来源：重庆市财政局。

15.2.2 重庆市绿色基金存在的问题

相较2050年重庆市低碳目标的要求，结合2021—2030年绿色投资项目规划，反观重庆市绿色基金现状，存在如下不足：

（1）绿色基金规模不足

相较2050年重庆市低碳目标的要求，结合2021—2030年绿色投资项目规划，基金在总体投资规模中占据3%的比例，测算需要500亿元规模。目前重庆市产业引导股权投资基金和重庆环保产业股权投资基金等投资绿色产业的部分还远不能满足需求，绿色基金设立和规模具有较大差距。

（2）与绿色投资项目需求匹配性不强

对比重庆市产业引导股权投资基金和重庆环保产业股权投资基金等投资领域，可以发现，针对2021—2030年绿色投资项目规划要求的项目具有差异，尤其是在能源、工业、交通、建筑、清洁生产等绿色低碳领域，需考虑设立对应的基金进行支持。

（3）绿色基金管理人专业能力有待提升

绿色基金所投资的行业一般具有明显外部性特点，具有公共产品属性。绿色投资回报周期较长，短期收益水平不高，绿色基金为保障合理的投资收益，需要由专业基金管理人投资管理。对于绿色基金领域的基金管理人而言，除了专业的基本素质外，还需要有更强的环境风险意识，具备绿色投资研究工作的专业技能，有能力确定一套行之有效的绿色投资标准。这无疑对绿色基金的基金管理人提出了更高的要求。

（4）缺乏有效的配套政策支持

绿色基金的发展还需要金融、财政、环保等不同领域的支持；需要政府、投资者等不同参与主体的支持。当前，绿色基金在发展中仍存在不规范、不成熟的问题，需加快完善相关要素市场改革，降低绿色基金的投资成本、增加绿色基金的活跃度，建立健全针对绿色基金的政策激

励机制。

(5) 相关监管趋严

以早期常见的政府投资基金为例，该类基金一般采用母子基金结构，由银行理财资金通过券商资管计划投向母基金的优先级LP，然后通过母子基金的结构化杠杆放大作用，最终以股+债形式投向项目公司。随着新政的出台，传统的做法难以持续。在防范化解金融风险背景下，银保监会发布《商业银行理财业务监督管理办法》，整体与《关于规范金融机构资产管理业务的指导意见》（资管新规）保持一致，由于期限匹配和多层嵌套问题限制了理财资金投向绿色基金。

15.3 绿色基金支持重庆市绿色低碳发展的建议

15.3.1 匹配重庆市绿色投资项目需求，设立绿色产业基金

综合分析重庆市2021—2030年绿色投资项目，建议设立绿色产业基金，设立方式可以考虑：

一是建议充分利用重庆市产业引导股权投资基金，吸引各级区县、社会资本参与，再以此吸引金融机构资金，合作成立产业基金母基金。可考虑各地申报的项目，经过金融机构审核后，由地方财政做劣后级，母基金做优先级，杠杆比例大多为1：4。二是可考虑由金融机构联合地方国企发起成立有限合伙基金，一般由金融机构做LP优先级，地方国企或平台公司做LP的次级，金融机构指定的股权投资管理人做GP。三是可考虑由有建设运营能力的实业资本发起成立产业投资基金，在与政府达成框架协议后，通过联合银行等金融机构成立有限合伙基金，用以对

接项目。

建议设立如下绿色产业基金：

(1) 工业绿色发展基金

围绕推动改善生态环境、促进经济绿色低碳转型升级的政策目标，按照“政策性引导、市场化运作”的原则，充分发挥财政资金的引导作用和杠杆作用，可考虑将工业绿色发展基金作为母基金，调动各市、区县成立区域子基金，主要关注剥离低效资产、淘汰落后产能、重组优质资产，进而提高运营效率和市场竞争力；可考虑以财政拨款、财政贴息等作为该类基金的政府资金来源（见表15-1）。

表15-1 工业绿色发展基金建议

基金名称	重庆市工业绿色发展投资基金合伙企业（有限合伙）（暂定名）		
基金形式	合伙制	基金规模	母基金规模人民币80亿元
基金存续期	不超过10年		
投资方向	母基金通过设立子基金等方式投资具体项目，主要投向： （1）工业：工业能效提升、淘汰落后产能、工业燃料替代、工业零碳零废试点示范；（2）清洁生产：产业园区绿色升级、危险废物治理、工业生产“三废”处置等领域		
投资地域	基金将重点投资重庆地区的项目，重点投资项目总部、重要业务板块、重要子公司在重庆的项目；外地的优质项目，尽量要求总部或重要业务板块转移到重庆，仅有技术团队项目鼓励在重庆创业		

(2) 绿色建筑产业基金

重庆市在建筑行业具有重庆建工投资控股有限责任公司、重庆市地产集团等大型企业，同时已引进中建国际、三一集团、远大住工等多家国内知名龙头企业落户；并在培育重庆钢构、中科大业、重庆富典等10余家装配式建筑企业，年产能达到预制混凝土构件88万立方米、钢结构构件150万吨和轻质墙板1200万平方米，产值超过200亿元。为完善全产业链布局，重庆市于2018年设立装配式建筑产业基地，并公布了重庆市

首批17家装配式建筑产业基地名单。

建议设立绿色建筑产业基金，推动建筑节能与绿色建筑深入发展，充分发挥财政资金的激励引导作用（见表15-2）。绿色建筑产业基金在运作过程中需充分考虑绿色建筑发展趋势，针对性体现政策扶持。建议可以考虑财政资金联合行业龙头、金融机构或其他社会资本共同设立单层基金架构，重点支持绿色建筑行业或绿色建筑细分特定类型企业。

表15-2 绿色建筑产业基金建议

基金名称	重庆市绿色建筑产业基金合伙企业（有限合伙）（暂定名）		
基金形式	合伙制	基金规模	人民币80亿元
基金存续期	不超过10年		
投资方向	主要投向既有建筑节能改造、新建绿色建筑、装配化建筑规模化应用、可再生能源建筑应用规模化应用、超低能耗建筑规模化推广等		
投资地域	基金将重点投资重庆地区的项目，重点投资项目总部、重要业务板块、重要子公司在重庆的项目；外地的优质项目，尽量要求总部或重要业务板块转移到重庆		

（3）城市绿色发展基金

重庆市在城市基础设施领域具有重庆市城市建设投资（集团）有限公司、重庆高速公路集团有限公司、重庆交通旅游投资集团有限公司、重庆城市交通开发投资（集团）有限公司等代表企业。

建议设立重庆市城市绿色发展基金。对于部分缺乏商业价值的项目，以财政作为投入主体，通过政府性基金的模式进行投资；对于有商业价值的项目，可以通过设立产业基金，以财政资金引导出资或经由地方代表性国有企业，对社会资本给予适当的资助，吸引社会资本投入，不仅能放大财政资金的投资规模，也能分散社会资本投资风险，并由专业的团队运作，提高投资效率（见表15-3）。

表15-3 城市绿色发展基金建议

基金名称	重庆市城市绿色发展基金合伙企业（有限合伙）（暂定名）		
基金形式	合伙制	基金规模	人民币80亿元
基金存续期	不超过10年		
投资方向	主要投向： （1）交通：提高交通工具效率；高效基础设施和城市规划；绿色氢能交通试点；（2）污染防治：污染防治设施建设运营；环保装备制造；环境修复工程		
投资地域	基金将重点投资重庆地区的项目，重点投资项目总部、重要业务板块、重要子公司在重庆的项目；外地的优质项目，尽量要求总部或重要业务板块转移到重庆		

（4）生态环境产业基金

针对农业和生态保护与修复领域，尤其是长江大保护等重点领域，设立生态环境产业基金，综合考虑2021—2030年绿色投资项目资金需求及项目类型，同时建议加强与已有的重庆环保产业股权投资基金的合作与协同。综合而言，建议基金规模可以考虑60亿元（见表15-4）。

表15-4 生态环境产业基金建议

基金名称	重庆市生态环境产业基金合伙企业（有限合伙）（暂定名）		
基金形式	合伙制	基金规模	人民币60亿元
基金存续期	不超过10年		
投资方向	主要投向： （1）农业：绿色农业；碳汇林与森林资源培育；绿色畜牧业； （2）生态保护与修复：动植物资源保护；生态功能区建设维护与运营；生态修复		
投资地域	基金将重点投资重庆地区的项目，重点投资项目总部、重要业务板块、重要子公司在重庆的项目；外地的优质项目，尽量要求总部或重要业务板块转移到重庆		

（5）能源产业基金

重庆市在能源产业领域具有以重庆市能源投资集团有限公司为代表的企业，重庆市能源投资集团是重庆市集能源投资、开发、建设、运营、服务为一体的大型能源企业，包括清洁能源等领域。

针对能源产业领域，建议可以考虑整合金融机构联合重庆市能源投资集团（或其他代表企业）成立有限合伙基金，支持能源领域的绿色投资项目（见表15-5）。

表15-5 能源产业基金建议

基金名称	重庆市能源产业基金合伙企业（有限合伙）（暂定名）		
基金形式	合伙制	基金规模	人民币60亿元
基金存续期	不超过10年		
投资方向	主要投向：煤电清洁减量开发、可再生能源、电网和储能		
投资地域	基金将重点投资重庆地区的项目，重点投资项目总部、重要业务板块、重要子公司在重庆的项目；外地的优质项目，尽量要求总部或重要业务板块转移到重庆		

15.3.2 设立绿色科技基金

绿色科技是推动绿色产业产值持续提升的重要基础，是实现地区绿色低碳发展的关键动力。在推进重庆市绿色低碳发展的过程中，建议由政府设置绿色科技创新财政股权投资基金，可以考虑加强与欧洲、美国等绿色科技发展迅速的国家、地区的合作，主要投向地区绿色科技优质项目。股权投资资金主要用于项目建设或企业生产经营活动，推动国际相关领先技术对接孵化，引进科创企业和专业人员落户重庆。同步加强与重庆环保产业股权投资基金在大气、水环境监测、固体废物处理等领域的合作，引导社会资本进入资金密集项目领域。

绿色科技基金以孵化企业为切入点，以股权投资为手段，以创造价

值为目标。在投资类型上，重点关注早期、成长期绿色科技企业，同时关注中后期优秀的拟赴科创板上市企业，聚焦技术创新硬科技类项目，以领投为主，部分跟投的方式，在产业链上下游进行布局(见表15-6)。

表15-6 绿色科技基金建议

基金名称	重庆市绿色科技基金合伙企业(有限合伙)(暂定名)		
基金形式	合伙制	基金规模	人民币20亿元
基金存续期	不超过10年		
投资方向	主要投向： (1) 可再生能源 太阳能、风能、生物质能等先进可再生能源利用技术及关键设备。 (2) 智慧能源 智能电网等智慧能源技术及装备。 (3) 环境保护技术 主要包括在污水处理、废气处理、大气污染治理以及环境检测方面有革命性技术的高科技企业。 (4) 资源循环利用 主要包括在工业节水、固废方面有高效、高质量处理技术的高科技企业，垃圾分解重塑技术，自然界闲置资源、工业废弃资源的利用等循环利用技术。 (5) 绿色生态农业 主要包括大幅提升产量、保证农产品达到严格有机标准的垂直农场技术和保护水资源、减少农药化肥的施用技术。		
投资地域	基金将重点投资重庆地区的项目，重点投资项目总部、重要业务板块、重要子公司在重庆的项目；外地的优质项目，尽量要求总部或重要业务板块转移到重庆		

15.3.3 优化政策环境，引入和引导股权投资基金参与

吸引天使投资、风险投资和股权基金等股权投资来支持绿色经济企业的自主技术创新。鼓励各类天使投资、风险资金、私募基金秉承社会责任，积极参与对低碳、环保产业企业的投资，捕捉绿色产业发展潜力，满足其资金需求，针对中早期绿色企业的高风险、低回报特征，重点甄别具备成长性的优质企业，加强投后管理，帮助其创造更高的产品

价值和更大的盈利空间。

一是优化营商环境，降低经营成本，吸引绿色基金新设发展。定向降低绿色基金的行政成本，比如纳税成本、设立基金方面的成本、登记成本等，吸引更多天使投资、风险资金、私募基金支持绿色低碳发展。

二是制定奖补政策。制定重庆市2021—2030年绿色投资项目清单，引导绿色基金重点支持清单上的项目、企业，并由地方财政按照一定标准给予补贴（见表15-7）。针对在渝的基金领域高端人才，为重庆地方法人金融机构提供绿色基金服务的专家和学者，制定绿色基金高端人才奖励政策。进而，通过专业机构和专业人的加入，实施更为积极开放的项目来源渠道建设，以及更为专业稳健的项目筛选审查机制，挖掘具有较大发展潜力及市场前景的优质早期项目，持续跟进资金及服务支持；在降低绿色低碳企业融资成本的同时提供专业经营辅导、注入优质资源，加快企业产品服务的市场化进程。

表15-7 各地基金小镇的政策对比

序号	名称	税收政策名称	申请条件/入驻要求	税收优惠政策
1	北京基金小镇	《北京市房山区人民政府关于印发促进北京基金小镇建设实施意见的通知》	实际办公、基金从业资格	前提是纳税额满1000万元的情况下： 1. 对入驻机构，依据区域贡献给予最高80%的奖励； 2. 对入驻机构的高级管理人员，依照市域贡献给予20%~50%的奖励
2	珠海横琴基金小镇	《广东自贸试验区横琴片区产业培育和扶持暂行办法》（珠横新办〔2015〕11号）	登记备案且承诺五年内不迁出的	税收优惠企业所得税自其获利年度起，前两年按所缴纳企业所得税横琴新区留存部分的100%给予补贴，后三年按所缴纳企业所得税横琴新区留存部分的60%给予补贴。个人所得税合伙制股权投资基金企业及合伙制股权投资基金管理企业由合伙人分别缴纳所得税，其中自然人有限合伙人的投资收益或股权转让收益部分，税率适用20%；普通合伙人的投资收益或股权转让收益部分，税率适用20%，其他营业收入按照5%~35%征收。法人合伙人从被投资企业获得的股息、红利等投资性收益属于已缴纳企业所得税的税后收益
3	前海深港基金小镇	深圳《关于进一步支持股权投资基金业发展有关事项的通知》	(1) 股权投资基金注册资本不低于1亿元，首期实缴不低于5000万元； (2) 管理公司实收资本不低于500万元	股权投资基金及其管理企业可享受前2年形成地方财力的100%、后3年形成地方财力的50%给予奖励

资料来源：依据各地公开政策整理。



第 16 章

绿色上市融资

绿色上市融资包括了绿色股票首次发行和绿色股票再融资。近年来，资本市场在支持绿色金融发展方面取得了显著的进展，在重庆实现低碳发展目标的过程中，绿色企业通过绿色上市融资是不可或缺的一环。本章从国内外比较的角度，讨论重庆绿色上市现状，进而确定绿色企业上市发展的目标，最后从明确标准和完善基础设施等几个方面提出政策建议。

16.1 国内外发展现状及经验

2017年，中国境内绿色企业首发、再融资合计154.73亿元。其中，从事绿色出行、清洁能源、生态保护、环境治理等行业的11家企业完成首发融资，融资72.05亿元；从事清洁能源、生态保护等行业的6家上市公司实施再融资，合计融资82.68亿元。境外方面，2017年，经证监会核准，泸州兴泸水务、昆明滇池水务等绿色企业完成境外上市融资。2018年，绿色企业首发上市融资和再融资合计224亿元。其中，首发上市融资企业2家，融资规模11亿元；再融资企业7家，融资规模213亿元。

绿色指数方面，截至2017年末，中国共有44只上市公司环境、社会和治理结构（ESG）编入股票指数。截至2020年2月末，上交所累计发布可持续发展、环保产业、绿色收入与环境影响等绿色股票指数36只，绿色债券指数9只。产品方面，2015年10月，上海证券交易所中证指数公司和Trucost合作发布了上证180碳效率指数，该指数直接关注公司的碳足迹，采用二氧化碳排放当量来衡量上市公司的碳排放水平，碳效率高的上市公司将获得更高的权重配置。

绿色证券的发展不仅需要积极推动绿色上市工作，同时也需要证券交易机构在交易规则、信息披露和监管机制等“基础设施”环节提供必

要的支持，包括资管机构积极开发和投资相关产品。在国际上，环境信息披露的重要性已经被越来越多的监管机构、交易所和投资人所认可。目前已有多家证券交易所推出上市公司ESG（环境、社会和公司治理）信息披露要求或指引。在披露的约束性方面，越来越多交易所对上市公司环境信息披露的要求从自愿性、鼓励性披露转向为强制或半强制披露。在披露内容方面，英国在2013年颁布的公司法修改条例中规定，上市公司必须在《战略分析和董事会报告》中详细披露公司经营活动对环境的影响，报告中需设单独章节对温室气体排放情况进行详细披露，同时公司还需要披露至少一个量化比例来说明公司活动相关联的温室气体排放量与公司业务指标或财务指标的关系。在披露形式方面，随着国际上开始倾向于将传统财务信息与非财务信息进行综合披露，环境等社会责任信息作为最重要的非财务信息之一也面临重新整合的趋势。

从2005年起，我国相关机构就出台了一系列环境法律、法规和政策、办法，对企业环境信息公开进行了不同程度的要求和规范。对于上市公司来说，其在IPO及上市后的日常披露中均需要遵循相关的环境信息披露规范。在日常信息披露方面，上交所、深交所均制定了相关的指引文件，国资委、环保部也对特定的企业提出了环境信息披露的要求。然而，从披露内容的水平来看，与国外成熟市场相比还存在差距。

16.2 重庆现状分析

中国目前尚且没有对绿色企业的官方定义，暂限定本章讨论的绿色上市企业其主营业务范围是重庆EPS模型中的建议项目。绿色上市仅适用于成长性和市场化程度较高的绿色行业，根据重庆投资建议表可见，其中新能源类、环保装备制造、污染防治类企业具有较高的商业属性和

上市潜力。

以A股市场总体来看，目前绿色企业占比较低，且企业规模偏小。经粗略统计，目前A股上市公司中节能环保及新能源板块有119家企业，占A股上市公司总数的3.13%；市值合计1.1万亿元，占A股总市值的1.67%。而重庆共有境内上市公司54家，其中符合绿色企业定义的有7家（见表16-1），其全部为主板上市企业，绿色企业占比为12.96%。截至2020年2月末，重庆市绿色企业总市值625亿元，占重庆上市企业总市值的9.46%，7家绿色企业上市以来累计直接融资280亿元，平均融资额为40亿元。由绿色企业占比和市值占比两项指标皆可见，目前重庆市的绿色企业上市情况处于全国领先水平。^①

表16-1 重庆市绿色上市公司

公司名称	中节能太阳能股份有限公司	重庆三峡水利电力(集团)股份有限公司	国家电投远达环保股份有限公司	重庆万里新能源股份有限公司	重庆水务集团股份有限公司	重庆再升科技股份有限公司	天域生态环境股份有限公司
证券代码	000591.SZ	600116.SH	600292.SH	600847.SH	601158.SH	603601.SH	603717.SH

资料来源：Wind，课题组整理。

与此同时，当前重庆绿色企业上市仍存几方面的问题，不足以支撑低碳目标的实现。第一，虽然重庆绿色上市企业的规模和占比处于全国领先的位置，但相较实现低碳目标的需求量，其总规模仍明显不足；第二，国有企业的体量在当前绿色上市企业中占了绝大部分，私营经济参与度不够高；第三，当前7家绿色上市企业的行业集中度较高，对EPS框架中的行业覆盖率不够充分；第四，当前绿色上市企业都集中在主板，其他板块仍存在空白。

^① 数据来源：Wind。

16.3 绿色企业上市发展目标

重庆市政府办公厅于2018年印发《关于印发重庆市提升经济证券化水平行动计划（2018—2022年）的通知》，计划到2022年底，实现重庆市境内外上市公司数量倍增目标，全市新增境内外上市公司70家、达到140家，新增IPO申报公司100家、新增辅导备案公司200家、新增以上市为目标的股改公司350家，形成充足的拟上市资源梯队，证券化率超过全国平均水平。由该计划和当前增速可预见，至2029年，重庆市可新增境内外上市公司百余家，按绿色企业占比10%的水平匡算，年均新增境内外绿色上市公司至少1家，根据平均融资额度和存量上市企业的再融资额度推算，重庆市绿色企业上市融资需求可达数百亿元。

综上所述，课题组建议，到2030年，重庆市建成参与主体多元、基础设施完善、政策支持有力、市场运行高效的绿色上市体系。到2050年，助力重庆市实现近零排放目标。争取到2030年，年均新增绿色上市企业1家，通过绿色上市实现融资总量达400亿元。

16.4 政策及市场设计建议

16.4.1 建立地方层面统一的绿色企业认定标准

重庆市推进绿色企业上市进行融资/再融资，首要应基于EPS框架下的项目，建立重庆市绿色企业认定标准，避免造成绿色企业认定的模糊化。使针对绿色企业的激励政策有法可依、有准可循，让绿色企业充分享受因“绿色”带来的制度红利，使非绿企业自发地向绿色转型。同时为全国绿色金融提供可复制、可推广的绿色主体认定经验。

16.4.2 基于重庆股份转让中心推进绿色上市工作

区域性股权交易市场是我国多层次资本市场的重要组成部分，对于促进企业特别是中小微企业股权交易和融资，鼓励科技创新和激活民间资本，加强对实体经济薄弱环节的支持，具有不可替代的作用。重庆股份转让中心作为全国率先成立并首批通过验收的区域性股权交易市场之一，应从以下方面大力推进绿色企业的上市工作：

(1) 建立绿色融资服务通道

重庆股份转让中心聚集大量的机构投资者和风险投资资本，应基于资本优势和信息优势，为符合条件的绿色企业建立快速通道，帮助暂不具备条件或无意愿上市的绿色企业提供合法、有序的股权转让平台，实现股权的流动和增值，提升企业价值。引入战略投资者或财务投资者，实现定向直接融资。同时积极与银行、信托、保险、证券等金融机构进

行深度合作，以股权、债权融资为基础，为企业提供综合性融资服务，丰富企业融资渠道、降低企业融资成本。

（2）促进绿色企业改制

重庆股份转让中心汇聚了一批私募股权投资基金、会计师事务所、律师事务所、知名券商等中介机构，应以此为基础，为绿色企业股份制改造提供全程服务，帮助企业完善法人治理引入战略或财务投资者，优化股权结构，为企业持续快速健康发展打下坚实基础。

（3）提供私募股权投资基金进入和退出通道

重庆股份转让中心作为股权转让平台，应为专注绿色投资的私募股权投资基金进入和退出提供便捷通道，提高市场流动性，进而提高投资效率和收益，实现绿色企业、私募股权投资基金和地方经济发展的共赢局面。

（4）专注培育绿色企业进入更高层次资本市场

通过能力建设、资源对接等各种形式，强化交易所对绿色企业的服务功能，全方位、多角度对绿色企业进行量身定制的市场培育，扶持绿色企业做大做强，进入更高层次的资本市场。

16.4.3 推进境内外的绿色企业上市工作

（1）加强对绿色企业的招商引资和扶持工作

重庆市应进一步优化营商环境，通过人才、土地政策等激励措施，吸引异地的潜力企业或已上市绿色企业迁入。同时通过绿色上市中介费用的配套返还、对保荐人的特定奖励等激励措施，增加绿色企业的上市积极性。

（2）服务已上市绿色企业保值增值

以环保、新能源企业为代表的绿色企业大多属于重资产行业，由于行业特性，使得其中较多企业带有周转率较低、盈利能力不稳定的特

点，若以过严的标准进行审核，则很容易造成对绿色企业的“错杀”和“误杀”。因此，一方面，建议在合规的前提下，重庆市帮助绿色企业向上争取，适度放宽再融资项目中募集资金用于补充流动资金的比例限制和其他审核要求；另一方面，上市企业遇到困难时，可考虑成立纾困基金，优先扶持绿色上市企业，同时积极推进债转股工作。

（3）为绿色企业上市争取“绿色通道”

近年来，绿色企业在主板上市进行股权融资的速度比较缓慢、效率不够理想。在此情况下，一方面，重庆市应积极与监管部门沟通，简化绿色企业IPO的审核或备案程序，例如探索建立绿色企业的绿色通道机制，对符合条件的拟上市绿色企业实行“即报即审，审过即发”的政策，为符合条件的本地企业加快过会速度；另一方面，新三板市场（全国中小企业股份转让系统）及四板市场（区域性股权交易市场）是主板市场的有效补充。目前，证监会已经着手开始研究新三板与主板、创业板等各层次资本市场间的转板制度。一旦转板制度正式推出，必将为绿色企业上市提供更为便捷、成本更低的通道。对一些经营状况较好、发展前景较佳的绿色企业，可以优先参与转板试点，并为绿色企业制定相应的优先政策，支持其在多层次资本市场上进行直接融资。

（4）推进绿色企业的并购重组交易

从股权融资情况来看，A股市场对绿色企业的发展作出了一定贡献，但与巨大的资金需求相比，支持力度还远远不够。造成这一现状的原因主要是我国A股市场上市门槛较高，且发行端受管制，IPO节奏缓慢。这导致很多绿色企业选择赴海外上市，或通过并购重组进入A股市场。同时，环保行业的发展需要技术，技术的获取除了通过加大科研投入进行突破之外，通过市场化的并购与业内相关企业进行“强强联合”也是重要的途径。近年来，绿色企业并购重组活跃，粗略统计，绿色企业中有半数以上曾开展收购，正在进行或完成的交易达到百余起，交易

金额近千亿元。因此，重庆市应着力推进绿色企业参与并购重组交易。

(5) 提高国有绿色资产证券化比例

通过向上市公司注资，促进绿色企业的整体上市。同时通过混合所有制改革，促进国有绿色企业的上市。

16.4.4 完善重庆市上市公司环境信息披露制度

(1) 加强上市环境核查工作

在IPO环节，尽管环保部在2014年11月取消了上市环评核查，证监会也不再要求在IPO环节提供环保部门出具的环保核查文件及证明文件，但是监管机构却进一步强化了关于环保的信息披露要求及中介机构核查责任。企业在招股说明书中应公布环境风险以及环境保护现状信息。重庆市应通过上市过程中的核查加强企业的环境意识。

(2) 强化本地上市公司信息披露工作

一直以来，我国上市公司存在环境信息披露不足的问题，社会责任报告也缺乏统一的披露标准，很多公司选择性披露，甚至不披露关键ESG信息如碳排放量、绿色投入等，这既不利于企业自身的绿色水平，也不利于绿色指数体系的完善。因此，重庆市应积极引导本地上市企业健全强制环境信息披露制度，使更多本地上市公司进入ESG股票指数，从而获得更多融资，加快形成高质量发展的绿色证券体系。

16.4.5 培养股市绿色投资者，引导绿色投资

一是鼓励各类金融机构和证券投资基金及其他投资性计划、社会保障基金、企业年金、社会公益基金等机构投资者投资绿色企业，通过给予投资人适当的激励政策，如各类经济和人才奖励政策，加大绿色投资的吸引力。二是引入有绿色投资偏好的合格境外机构投资者（QFII）和人民币合格境外机构投资者（RQFII），并增加绿色投资配额，形成绿

色投资的示范效应，逐步培养当地投资者对绿色产业的投资偏好。三是以交易所、自律组织为平台，开展绿色投资培训，邀请国内外专家分享相关研究成果、经典案例等，培养“责任投资者”，营造良好的绿色投资氛围。

EPS 固定投资需求估算：以交通部门为例

EPS模型是以系统动力学作为分析框架。系统动力学的理论基础是反馈控制理论，其研究问题的出发点是动态性质和反馈结构，因此非常适用于模拟政策影响后果和系统响应行为。EPS模型针对不同部门的投资问题进行系统仿真，设定了不同的因果回路图和存量流量图。

以交通行业估算小汽车和重型货运车辆购置费用为例。EPS根据年均单位周转量、运输距离和运输量，估算未来每年所需购买汽车数量。

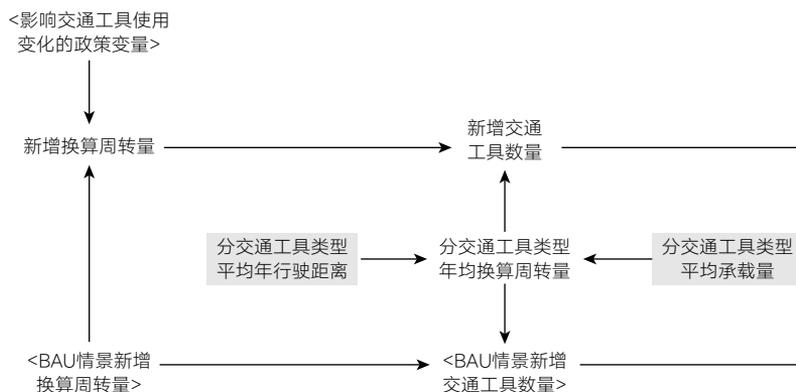


图1 新增交通工具数量估算逻辑

（资料来源：Energy Innovation网站）

新的情景下，每年汽车年均销售价格取决于参考情景汽车年均售价、每年关键技术研发对汽车成本减少贡献率、碳税、汽车全生命周期

隐含碳、汽车燃油经济性价格弹性系数等变量之间关系。

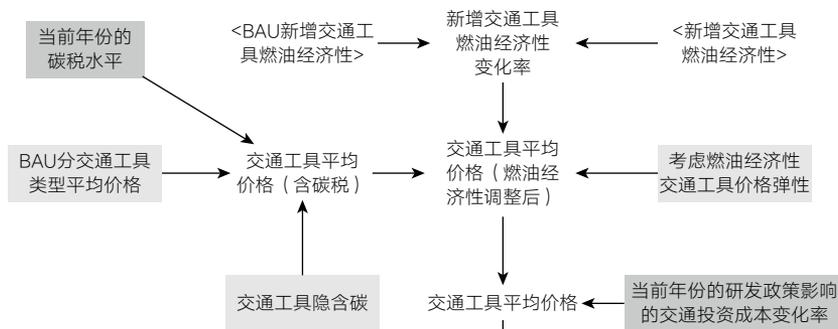


图2 交通工具平均价格估算逻辑
(资料来源: Energy Innovation 网站)

相对于参考情景,新的情景下汽车购置支出的变化由年均销售价格,购买汽车数量变化,以及购置税的变化三个要素影响。EPS模型可以用于估算新情景资本支出相对于参考情景的变化,也就是评估某些关键政策变化造成新情景与参考情景之间的投资变化。

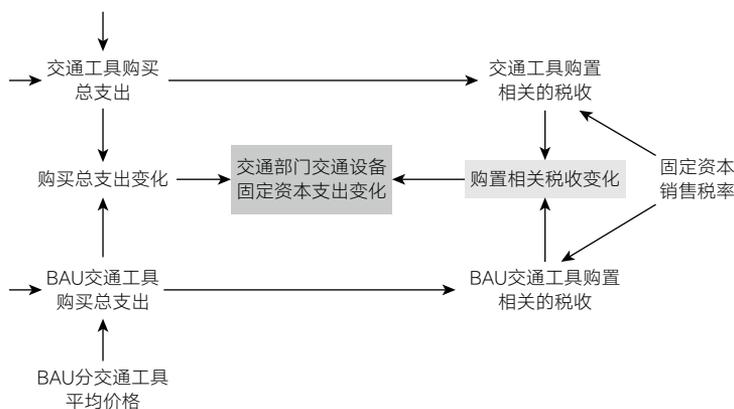


图3 交通部门交通设备固定资本支出估算逻辑
(资料来源: Energy Innovation 网站)

考虑篇幅限制以及报告侧重点,这里我们不再对电力、工业和建筑的投资估算方式进行介绍。

- [1] Blazhevska, Vesna. In the Face of Worsening Climate Crisis, UN Summit Delivers New Pathways and Practical Actions to Shift Global Response Into Higher Gear-United Nations Sustainable Development. [R/OL]. [2020-03-15]. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/blog/2019/09/in-the-face-of-worsening-climate-crisis-un-summit-delivers-new-pathways-and-practical-actions-to-shift-global-response-into-higher-gear/>.
- [2] 杨秀. 1.5℃目标下的城市低碳发展 [EB/OL]. (2019-08-08) [2021-01-17]. https://www.sohu.com/a/332444210_778910.
- [3] 李稻葵. 十九大后的中国经济：从2018到2035和2050 [EB/OL]. (2017-12-21) [2021-01-17]. <http://www.outlookchina.net/html/news/201712/11450.html>.
- [4] National Center for Climate Change Strategy and International Cooperation, Energy Innovation. China | Energy Policy Solutions [EB/OL]. [2021-01-17]. <https://china.energypolicy.solutions/>.
- [5] 国家统计局, 环境保护部. 中国环境统计年鉴2018 [M]. 北京: 中国统计出版社, 2018.
- [6] IEA. World Energy Outlook 2017 [R]. Paris: IEA, 2017.
- [7] 重庆市统计局. 重庆经济结构性分析报告 [R]. http://www.cqzx.gov.cn/cqzx_content/2018-11/23/content_478685.htm.
- [8] Federal Ministry for Economic Affairs and Energy. National Industrial Strategy 2030: Strategic guidelines for a German and European

- industrial policy [EB/OL]. (2019-05-02) [2020-05-06]. <https://www.bmwi.de/Redaktion/EN/Publikationen/Industry/national-industry-strategy-2030.html>.
- [9] Martin Orth. Industrial Germany: six strong numbers [EB/OL]. (2018-08-04) [2020-01-24]. <https://www.deutschland.de/en/topic/business/germanys-industry-the-most-important-facts-and-figures>.
- [10] Working Group On Energy Balances (AGEB). Evaluation Tables of the Energy Balance for Germany 1990—2016 [EB/OL]. (2017-07-08) [2020-02-13]. https://ag-energiebilanzen.de/index.php?article_id=29&fileName=ausw_07082017ov_engl.pdf.
- [11] 熊华文, 符冠云. 重塑能源: 中国面向2050年能源消费和生产革命路线图(工业卷)[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 2017.
- [12] 高虎, 樊京春. 中国可再生能源发电经济性和经济总量[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2010.
- [13] 国家可再生能源中心. 可再生能源数据手册[R]. 北京, 2019.
- [14] 中国电力企业联合会电力统计与数据中心. 二〇一七年电力工业统计资料汇编[M]. 北京: 中国统计出版社, 2018.
- [15] 崔洪阳, 金伶芝, 周欢, 等. 中国城市新能源乘用车激励政策评估[R]. Washington, DC: 国际清洁交通委员会, 2018.
- [16] 重庆市生产力发展中心. 重庆2035: 迈向全球城市[M]. 重庆: 西南师范大学出版社, 2018.
- [17] 重庆市住房和城乡建设委员会, 重庆市统计局. 重庆市2018年建筑业发展报告[R]. 2018.
- [18] 中国建筑节能协会. 中国建筑能耗研究报告(2019)[R]. 北京: 中国建筑节能协会, 2020.
- [19] 清华大学建筑节能研究中心. 中国建筑节能年度发展研究报告[R]. 北京: 清华大学建筑节能研究中心, 2019.

- [20] 清华大学建筑节能研究中心. 中国建筑节能年度发展研究报告 2020 [R]. 北京: 清华大学建筑节能研究中心, 2020.
- [21] 能源转型委员会. 中国2050: 一个全面实现现代化国家的零碳图景 [R]. 北京: 落基山研究所, 2019.
- [22] 孟祥江, 何邦亮, 王蕾, 等. 重庆市森林质量精准提升对策研究 [J]. 林业资源管理, 2017 (1): 60-63.
- [23] 肖卓勇, 陈国建, 张超, 等. 重庆市人均森林碳储量与碳汇林造林树种选择 [J]. 资源开发与市场, 2017, 33 (3): 307-310.
- [24] 沈仕洲, 王风, 薛长亮, 等. 施用有机肥对农田温室气体排放影响研究进展 [J]. 中国土壤与肥料, 2015 (6): 1-8.
- [25] The German Federal Government. Climate Action Plan 2050: Principles and goals of the German government's climate policy [R]. Berlin, Germany: the German Federal Government, 2016.
- [26] 胡红莲, 卢德勋, 高民. 反刍动物甲烷的排放及其减排调控技术 [J]. 畜牧与饲料科学, 2011, 32 (9-10): 26-29.
- [27] 国务院新闻办. 《中国的粮食安全》白皮书[EB/OL]. http://www.gov.cn/xinwen/2019-10/14/content_5439619.htm.
- [28] Eat-Lancet Commission. Healthy Diets from Sustainable Food Systems: Summary Report of the Eat-Lancet Commission [R]. 2019.
- [29] Eliza Erskine. These 14 Cities are Committed to Developing “Planetary Health Diet” Programs to Combat Climate Change [EB/OL]. 2019.
- [30] 马骏, 安国俊. 构建支持绿色技术创新的金融服务体系 [M]. 北京: 中国金融出版社, 2020.
- [31] 郑爽. 全国七省市碳交易试点调查与研究 [M]. 北京: 中国经济出版社, 2014.

本书为中国人民银行重庆营业管理部和重庆银行共同支持的《2050美丽重庆愿景：重庆市碳中和路径与绿色金融路线图》课题研究成果的修订版本。课题组首先要感谢中国金融学会会长、中国人民银行原行长周小川和人民银行副行长、重庆市原副市长李波对课题的大力支持和悉心指导，并特别感谢重庆营业管理部李铀副主任及团队（卢满生、顾胥、黄觉波、韩鑫韬等）为课题组所组织的多次研讨和调研活动以及所提供的许多有价值的观点和内容。

在一年多的研究过程中，课题组得到了央行及多个部委，以及重庆市各级政府部门、商业银行、券商、保险公司等金融机构和环保企业的许多领导和专家的大力支持，他（她）们为本课题思路的形成以及观点和方法的完善贡献了十分重要的素材。这些领导和专家包括（按姓氏拼音排序）：建设银行重庆分行副行长曹颖、国家电投集团远达水务有限公司财务总监陈勇、重庆金融管理局陈曦、重庆市住房和城乡建设委程丹、重庆市住房和城乡建设委何丹、重庆市能源局甘红、中国建筑科学研究院韩小宝、能源创新中国项目主任何东全、重庆市经济信息委胡耀、国家发改委能源研究所胡秀莲、南岸区副区长黄红、重庆市农业农村委总经济师黄君一、渝中区区委书记黄玉林、渝中区副区长蔚传忠、重庆康达环保产业（集团）有限公司董事长李中、证监会重庆监管局李文华、重庆市交通局李智勇、重庆市交通局毛焜、住建部科技与产业化发展中心副主任梁俊强、住建部科技与产业化发展中心殷帅、重庆银行董事长林军、重庆银行副行长周国华、华夏银行重庆分行副行长刘理、

重庆市生态环境局刘强、重庆市能源利用监测中心主任刘学来、重庆市能源利用监测中心张黎立、中国信达（香港）控股有限公司执行董事龙杰灵、国家开发银行重庆分行副行长彭建勋、中证金融研究院秦二娃、两江新区管委会副主任秦淑斌、重庆农村商业银行副行长舒静、中国银保监会重庆监管局谭斯予、重庆三峰环境集团股份有限公司唐莎莎、生态环境部国家应对气候变化和国际合作战略中心田川、国家发改委能源研究所田智宇、中国工商银行重庆市分行行长助理王耿、中国华能集团有限公司重庆分公司财务总监王佑全、江北区政府党组成员项银涛、重庆市财政局谢洲、万州区副区长徐洪、小康集团研究院执行副院长杨勇、重庆市林业局杨德敏、重庆市建设技术发展中心杨修明、重庆能投渝新能源有限公司周燕敏。以及给予本课题评审意见的重庆市发改委戴明副主任、重庆市生态环境局温汝俊副局长、西南大学王定祥教授、中国投资协会绿色发展中心张青林主任、中国建科院国际设计所易方民所长、中国建科院建筑环境与节能研究院张时聪主任等专家学者。

最后，我们还要特别提到中国金融出版社的责任编辑孙柏、王强，他们及出版社其他同事对本书的出版投入了大量心血。在此我们表示衷心的感谢。

本书的分析和建议为课题组成员的研究成果，不代表重庆市或其他政府部门或研究机构的观点。文中的疏漏和不足之处由作者负责。

马骏 马天禄

2021年4月