

四川省绿色低碳发展
形势与展望
(2023)

——全面开启碳达峰碳中和新征程

罗 彬 ◆ 主 编

西南交通大学出版社
· 成 都 ·

图书在版编目 (C I P) 数据

四川省绿色低碳发展形势与展望. 2023: 全面开启
碳达峰碳中和新征程 / 罗彬主编. —成都: 西南交通
大学出版社, 2023.3

ISBN 978-7-5643-9203-1

I. ①四… II. ①罗… III. ①绿色经济—区域经济发
展—研究—四川 IV. ①F127.71

中国国家版本馆 CIP 数据核字 (2023) 第 041128 号

Sichuansheng L+se Ditan Fazhan Xingshi yu Zhanwang (2023)
—Quanmian Kaiqi Tandafeng Tanzhonghe Xinzhengcheng

四川省绿色低碳发展形势与展望 (2023)

——全面开启碳达峰碳中和新征程

罗彬 主编

责任编辑 孟秀芝

封面设计 原谋书装

出版发行 西南交通大学出版社
(四川省成都市金牛区二环路北一段 111 号
西南交通大学创新大厦 21 楼)

邮政编码 610031

发行部电话 028-87600564 028-87600533

网址 <http://www.xnjdcbs.com>

印刷 成都蜀通印务有限责任公司

成品尺寸 185 mm × 260 mm

印张 13.75

字数 342 千

版次 2023 年 3 月第 1 版

印次 2023 年 3 月第 1 次

定价 88.00 元

书号 ISBN 978-7-5643-9203-1

图书如有印装质量问题 本社负责退换

版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

编 委 会

主 编 罗 彬

副主编 王 恒 陈明扬 董 伟

范林强 黄 庆 蒋洁萍

李英本 蒲 灵

编 委 (按姓氏拼音为序)

陈晓艳 何 涛 蒋小葵

李 瑛 李思锐 李甜甜

李言洁 罗朝劲 王金华

文新茹 向 柳 向 勇

谢义琴 徐 畅 张 浩

张卫兵 张新蓉 赵康平

赵婷婷 周 鑫

序言 FOREWORD

良好的生态环境、稳定的资源供给是人类生存与发展的重要基础。工业革命以来，人类在物质文明取得前所未有成就的同时，对自然的破坏、对资源的开发、对环境的干扰也达到空前的强度，气候变化、环境污染、生物多样性、资源危机等全球性生态环境资源气候问题不断出现，已成为全球可持续发展的重要挑战。处理好人与自然、开发与保护、发展与减排的关系，成为人类社会发展与进步必须直面的重大课题。

人类社会的发展史也是一部处理人与自然关系的历史。20世纪70年代以来，全球生态环境保护事业取得长足进步，《变革我们的世界：2030年可持续发展议程》已然是当前和今后一段时期国际社会十分重要的工作议程。20世纪90年代以来，全球气候治理从《京都议定书》迈向《巴黎协定》时代，开启了应对气候变化新征程。21世纪10年代以来，我国生态环境保护取得历史性成就，成为作为全球生态文明建设的参与者、贡献者和引领者。

当前，新冠疫情仍在全球肆虐，极端天气气候事件更加频繁，环境污染治理、生物多样性保护、应对气候变化、能源绿色转型等挑战愈加突出。如何抉择，关系人类的未来。我国旗帜鲜明地指出，“这场疫情启示我们，人类需要一场自我革命，加快形成绿色发展方式和生活方式，建设生态文明和美丽地球”。“十四五”时期，我国生态文

明建设进入以降碳为重点战略方向、推动减污降碳协同增效、促进经济社会发展全面绿色转型、实现生态环境质量改善由量变到质变的关键时期。亟须完整、准确、全面贯彻新发展理念，保持战略定力，站在人与自然和谐共生的高度来谋划经济社会发展，使发展建立在高效利用资源、严格保护生态环境、有效控制温室气体排放的基础上，努力建设人与自然和谐共生的现代化。

作为长江、黄河上游重要生态屏障，四川积极践行习近平生态文明思想，争当绿色低碳发展排头兵。坚持上游意识，共抓大保护、不搞大开发，守护一江清水向东流。协同成渝地区双城经济圈建设，深入打好蓝天保卫战，实施大规模绿化全川行动，“雪山下的公园城市”成为亮丽名片。发挥清洁能源资源禀赋，推动以清洁能源生产、支撑、应用产业为核心的绿色低碳优势产业高质量发展，加快建设世界级优质清洁能源基地。碳达峰碳中和目标愿景引领下，绿色低碳发展迎来了新的历史机遇，也面临新的挑战 and 压力。如何抓住机遇、直面挑战，亟待四川去探索。

在此形势下，四川省环境政策研究与规划院联合省内专家编著的《四川省绿色低碳发展形势与展望（2023）》为《四川省绿色低碳发展形势与展望》系列图书第二册，为全省首部聚焦碳达峰碳中和的图书。该书聚焦“全面开启碳达峰碳中和新征程”主题，汇聚了四川重点领域碳达峰路径、绿色低碳产业发展、区域绿色低碳转型、碳资产碳标签的最新研究成果，同时吸收了成都公园城市建设、气候适应型发展、减污降碳协同、碳边境调节机制、低碳发展法制标准等研究成果。该书既紧扣世界议程，突出气候变化主题，又提出区域方案，探讨四川时间表和路线图；既有战略路径层面的研究，

也有机制制度层面的探讨；既有全域全维的分析，也有区域领域的剖析。该书具有较强的针对性、引领性和参考性，相信可为四川应对气候变化、推动绿色低碳发展提供新助力。

是为序。

四川省生态环境厅总工程师 赵乐晨

2022年9月

前言 PREFACE

当前，全球气候变化不利影响日益突出，极端天气气候事件及其诱发灾害发生范围更广、频率更高、强度更大，应对气候变化紧迫性持续上升。应对气候变化、推动碳达峰碳中和，已然是当今世界面临的重要时代课题，也是可持续、高质量发展的应有之义。2015年以来，应对气候变化《巴黎协定》从谈判达成到全面实施，标志着全球应对气候变化开启了新的征程。

面对百年未有之大变局，中国秉持人类命运共同体理念，坚定多边主义、绿色复苏，实施积极应对气候变化战略。2020年9月22日，在第七十五届联合国大会上，我国提出“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”的战略目标。2021年4月，又强调“十四五”时期生态文明建设进入了以降碳为重点战略方向、推动减污降碳协同增效、促进经济社会发展全面绿色转型、实现生态环境质量改善由量变到质变的关键时期。随着“1+N”碳达峰碳中和政策体系的逐步构建，我国推动绿色低碳发展进入定位更高、路径更细、协同更多的新阶段。

四川是长江黄河上游重要生态屏障，自然生态本底良好，清洁能源资源富集，具备绿色低碳发展的现实基础和广阔空间。近年来，加快建设全国优质清洁能源基地和

国家清洁能源示范省，清洁能源及相关产业迅速发展，在全国产业版图中的地位和作用日益凸显。启动成渝地区双城经济圈碳达峰碳中和联合行动，协同推动能源结构、绿色产业、交通运输、区域空间布局、财税金融、标准体系、科技创新、绿色市场、绿色生活、试点示范，加快形成区域绿色低碳发展的新格局。

面对复杂严峻的外部环境和疫情灾情的冲击影响，我国亟须立足新发展阶段、贯彻新发展理念、服务和融入新发展格局、推动高质量发展，统筹发展和安全、发展和保护，以实现碳达峰碳中和目标愿景为引领，以能源绿色低碳发展为核心，牢牢把握将清洁能源优势转化为高质量发展优势的着力方向，加快推动能源结构、产业结构战略性调整，促进经济社会发展全面绿色转型，走出一条服务国家战略全局、支撑四川未来发展的绿色低碳发展之路。

方向已明确，路途依漫长，任务很艰巨，亟须摸清家底、理清思路、突出重点、改革创新。为此，特组织编制《四川省绿色低碳发展形势与展望》第二册，聚焦“全面开启碳达峰碳中和新征程”主题进行研究。全书包括七个部分。第一篇为总报告，呈现面向2030年的四川碳达峰形势研判、机遇挑战和实施路径。第二篇为热点篇，剖析国际气候治理、欧盟碳边境机制等对四川影响深远的外部环境演变。第三篇为产业篇，以绿色低碳优势产业为重点，分析可再生能源、氢能、近零碳园区等新兴领域的发展现状和趋势路径。第四篇为领域篇，紧扣能源、工业、建筑、交通等重点行业领域低碳韧性发展开展研究。第五篇为区域篇，选取典型城市、国家战略区域开展深入分析。第六篇为创新篇，以碳标签、碳足迹、碳资产、碳市场、法制标准等新概念新领域新

业态跟踪分析。最后为附录，呈现了四川绿色低碳发展数据图及大事记。

本书出版得到了四川省生态环境厅“应对气候变化政策与管理机制研究”、四川省发展和改革委员会“绿色转型引领下四川碳达峰路径研究”、四川省科技计划项目“面向2030年的二氧化碳排放达峰路线图研究”（编号：2021JDR0105）、四川省社会科学规划项目“四川省‘十四五’碳排放形势及达峰路径研究”（编号：SC21ST002）等项目的支持，特此感谢。

由于时间仓促和水平有限，书中难免有不足之处，敬请读者批评指正！

编委会

2022年9月

目录 CONTENT

第一篇 总 报 告

面向 2030 年的四川省碳达峰战略路径研究报告	002
--------------------------------	-----

第二篇 热 点 篇

欧盟碳边境调节机制进展及应对建议	022
俄乌冲突下对欧盟碳边境调节机制的思考	030
美国气候政策的发展演变及外贸应对策略	036
欧盟碳边境调节机制对中国及四川省出口贸易的影响	044

第三篇 产 业 篇

“双碳”背景下绿色低碳优势产业发展分析	057
“双碳”引领下的四川省可再生能源发展对策研究	064
气候目标下的氢能产业发展现状和前景分析	071

第四篇 领 域 篇

四川省碳达峰碳中和跟踪研究报告	081
四川省交通运输领域绿色低碳转型发展路径分析	088
四川省气候变化关键问题和适应对策建议	097

第五篇 区域篇

践行新发展理念的公园城市建设与探索	105
典型可再生能源富集区高质量碳达峰路径建议——以四川省绿色发展示范市雅安为例	114
成渝地区双城经济圈建设战略下，构建四川省五大经济区绿色协调发展新格局	120

第六篇 创新篇

碳排放权之财产权法律属性研究——以四川碳排放权交易为例	131
《国家标准化发展纲要》绿色解读与地方落实工作思考	140
实现“双碳”目标的法治保障研究	147
浅析碳排放管理员和碳资产管理机构培育	157
企业碳中和与碳标签应用	166
碳足迹、碳中和认证实践与进展	178
大数据和应对气候变化	188
附 录	198

第一篇 总报告

面向 2030 年的四川省碳达峰战略路径研究报告

罗彬，陈明扬，向柳，李言洁，文新茹，周鑫，向文怡^①

【摘要】 作为经济大省、人口大省，四川省既有优越的清洁能源、林草碳汇等环境资源禀赋优势，又存在发展不平衡不充分及高碳锁定等突出挑战，经济社会低碳转型具有显著的区域性特征。本研究在评估现状和研判形势的基础上，统筹考虑发展与减排、发展与安全，尝试构建了符合四川省战略定位、发展阶段、产业特征、能源结构、资源禀赋的碳达峰战略路径，分析了碳达峰支撑指标体系和实现碳达峰的不确定性，提出了能源、工业、建筑、交通等重点领域及重点区域降碳的方向和措施，明确了稳妥有序推动碳达峰的关键驱动机制，探讨了碳达峰所需的支撑保障政策措施，可为区域实现高质量碳达峰提供工作参考。

【关键词】 四川省；2030 年；碳达峰；实施路径

全球气候变化是 21 世纪人类可持续发展面临的重大挑战。积极应对气候危机，保护人类赖以生存的地球家园，是义不容辞的责任。实现碳达峰、推动碳减排、迈向碳中和是世纪潮流、大势所趋。面对日益突出全球气候变化风险、新一轮科技革命和产业变革，我国统筹国内国际两个大局，做出“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”的重大战略决策，标志着我国生态文明建设进入以降碳为重点战略方向，为新时代高质量发展指明了方向、注入了新动能。四川省作为人口大省、经济大省、资源大省、长江和黄河上游重要生态屏障，应充分认识和把握好碳达峰碳中和的重大挑战和历史性机遇，发挥生态、环境、资源等禀赋优势，推动以绿色化、数字化为突出特征的高质量发展，为我国实现碳达峰目标碳中和目标做出应有贡献。

一、低碳发展现状和特征

近年来，四川坚持以生态优先、低碳引领、绿色发展，统筹推进供给侧结构性改革、国家清洁能源示范省建设、污染防治攻坚战，扭转二氧化碳排放过快增长态势，低碳产业加快

^① 罗彬，四川省环境政策研究与规划院院长、教授级高工，硕士，从事环境政策规划研究；陈明扬，四川省环境政策研究与规划院能源与气候变化研究中心主任、高级工程师，硕士，从事环境政策及应对气候变化研究；向柳，四川省环境政策研究与规划院工程师，硕士，从事能源环境经济及应对气候变化研究；李言洁，四川省环境政策研究与规划院助理工程师，硕士，从事能源系统及应对气候变化研究；文新茹，四川省环境政策研究与规划院助理工程师，硕士，从事能源环境经济及应对气候变化研究；周鑫，四川省环境政策研究与规划院工程师，硕士，从事环境规划、环境政策及应对气候变化研究；向文怡，四川省环境政策研究与规划院工程师，硕士，从事能源与气候变化研究。

培育，低碳经济占比持续提升。“十三五”时期，以二氧化碳排放总量基本稳定支撑经济年均增长 7% 和能源消费年均增长 3%。

从排放占比看，四川已形成清洁能源为主的能源消费结构，非化石能源在能源消费增量中占据越来越大的权重（见图 1），二氧化碳排放总量占全国的比重低于人口、经济占比，是人均二氧化碳排放最低的省份之一。2010 年以来，能源消费结构发生深刻变化，2017 年非化石能源消费占比达 34.1%，成为主要用能品种。2005 年以来，单位用能二氧化碳排放降低 32%。到 2020 年，全省二氧化碳排放占全国的比重不到 3%，低于四川面积占比（5.1%）、人口占比（5.8%）、经济总量占比（4.8%），实现以较少的二氧化碳排放贡献更多的经济产出。

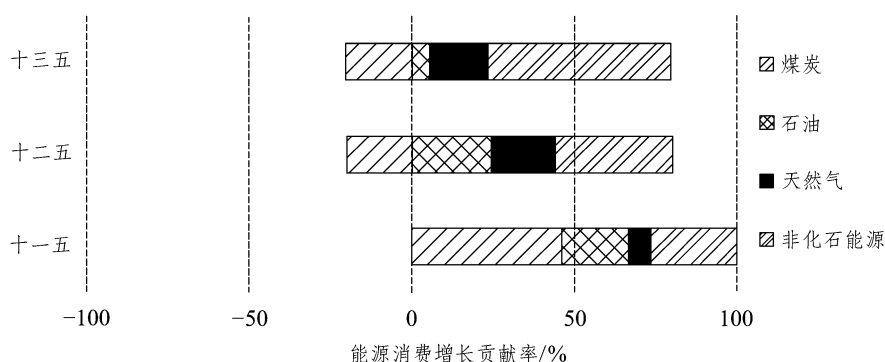


图 1 2005—2020 年四川省能源消费增长贡献率

注：根据《四川统计年鉴》数据测算和制作。

从排放增速看，四川二氧化碳排放已进入低增量、低增速阶段，“十三五”时期二氧化碳排放总量趋于稳定。初步测算，“十一五”、“十二五”和“十三五”时期，单位 GDP 二氧化碳排放年均降幅分别为 4.9%、9.0%、6.9%，2020 年碳排放强度已较 2005 年下降 65% 左右。

从排放结构看，工业领域仍是全省最大的排放来源，交通运输领域排放增量最大，见图 2。2012 年以前工业领域二氧化碳呈增长态势，2012 以后受供给侧结构性改革、污染防治攻坚战、工业用能结构清洁化协同带动，占二氧化碳排放总量比重的稳定在 55% 左右。2005 年以来，交通运输领域二氧化碳排放呈现增长态势，“十一五”、“十二五”和“十三五”时期年均增速分别为 12.0%、11.2%、4.27%，是“十三五”排放增长最快行业领域，排放占比已从 2005 年的 6.9% 增至 2020 年的 15.9%。

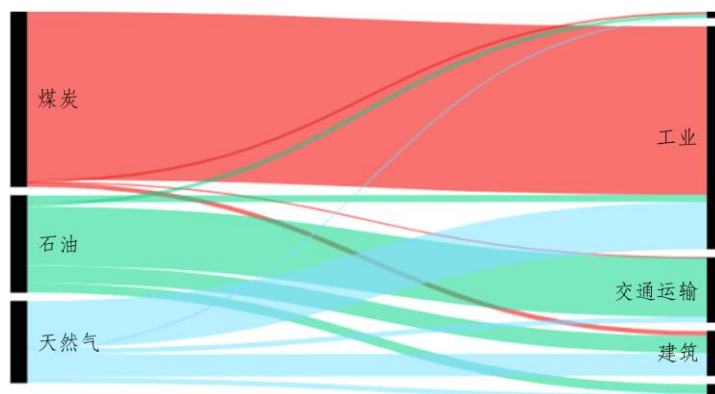


图2 2020年四川省能源活动二氧化碳排放关系图

注：根据《四川统计年鉴》数据测算和制作。

从增长贡献看，煤炭消费2012年达峰后，随着煤电去产能、电力绿色调度、工业终端用能结构优化，煤炭消费稳步缩减，煤炭消费占能源消费总量比重逐步降至2020年的27%，低于全国水平29.8个百分点，但煤炭消费产生的二氧化碳占比仍高达55.4%。2005年以来，天然气消费产生的二氧化碳排放持续增加，“十三五”成为增长最快、贡献最大的排放源。“十三五”时期，跨省输入煤电蕴含二氧化碳排放年均增长33.9%，成为一大增量来源。

从电力发展看，率先在经济大省中形成以可再生能源为主的电力结构，能源活动二氧化碳排放占全省二氧化碳排放总量的比重低于全国平均水平。2020年可再生能源电力装机、发电量、消纳量分别达8782.5万千瓦、3677.4亿千瓦时、2344亿千瓦时，全省可再生能源电力装机和发电量占比分别为85.3%、88.8%，成为全国最大的可再生能源电力消纳省份之一^[1]。

二、碳达峰的挑战和机遇

（一）面临的挑战

四川作为内陆地区和后发地区，未来10年仍将处于经济社会发展加速期。同时，发展不平衡不充分问题突出，天然气、石油、电力消费刚性增长，建材、钢铁、煤电、化工等传统产业高碳锁定严重，电力系统减煤降碳空间十分有限，达州、内江、乐山、攀枝花等地区高碳发展路径依赖短期内难以摆脱，低碳转型任务艰巨。

——四川仍将处于城镇化加速期（城镇化率30%~70%），城镇人口持续增长（见图3），经济社会发展用能需求刚性增长。预计未来10年，全省常住人口规模趋于稳定，保持在8300~8800万人，城镇化率年均提高1.2~1.5个百分点，城镇人口年均新增100万人左右，2030年城镇化率有望达到70%，将带来更多基础设施建设和日用品消费，释放更大用能和二氧化碳排放需求。

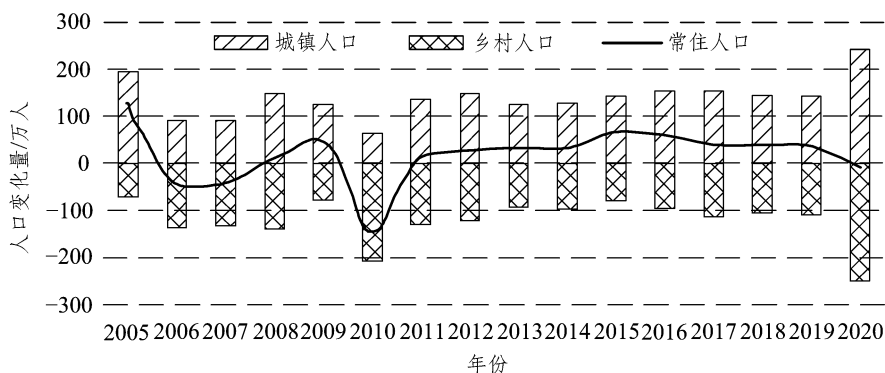


图3 2005—2020年四川省常住人口变化量

注：根据《四川统计年鉴》数据测算和制作。

——国内国际“双循环”战略、成渝地区双城经济圈建设战略赋予布局战略性新兴产业。成

渝地区双城经济圈是我国西部人口最密集、产业基础最雄厚的区域，在国家发展大局中具有独特而重要的战略地位。将其打造为“具有全国影响力的重要经济中心”将为经济发展注入新动能，预计未来10年四川全省经济年均增长5%左右。

——区域发展不平衡问题突出，用能和碳排放需求空间差异较大。21个市州中，2020年成都市GDP达1.8万亿（当年价），约占全省的36.5%，“一城独大”特征突出。除成都外，仅绵阳市GDP超过3000亿元，宜宾、德阳、南充、泸州、达州、乐山6个市均为2000~3000亿元。全省仅攀枝花、成都、德阳、乐山、绵阳5市人均GDP超过全省平均，其中攀枝花、成都、德阳超过1万美元。经济社会发展仍是当前用能和碳排放的主要驱动力（见图4）。

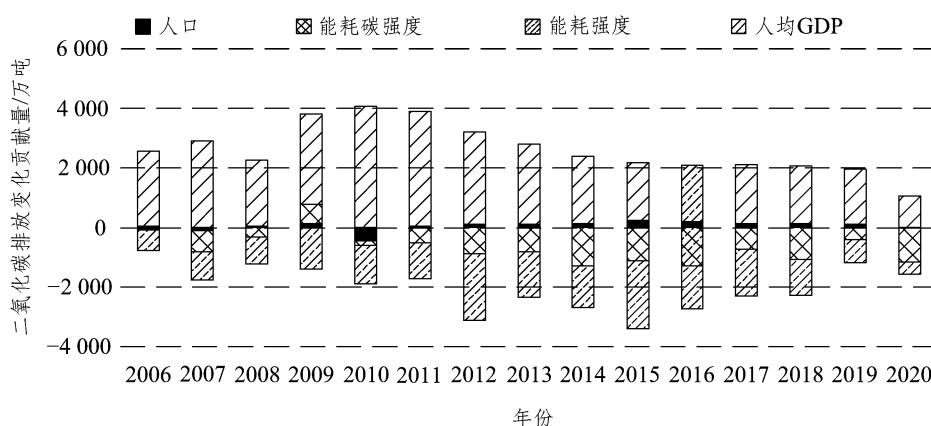


图4 2006—2020年四川省不同因素对二氧化碳变化的贡献量

注：根据《四川统计年鉴》数据测算和制作。

——业已形成的以可再生能源为主的电力系统决定了电力降碳空间十分有限，天然气发电将成为新的二氧化碳增长点。近年来，随着一批大型水电站投产，四川实现从资源大省向绿电大省的跨越式转变。2005年以来，可再生能源发电量占电力生产量的比重从66.4%增至87.6%，对同期电力生产量增长的贡献达95.3%，成为主流电源。2020年火力发电规模和装机占全省的比重分别为15.5%、12.5%，且运行小时数比全国低约1000个小时。燃气发电装机仅为火电的8%，增长潜力较大。

——钢铁、建材、化工等传统优势产业高碳锁定问题突出，供给侧结构性改革潜力十分有限。2019年规上工业企业营业收入中，重工业占比69.05%。“十三五”时期，传统六大高耗能行业能耗占工业总能耗比重不降反升，提升至77.2%，累计提升4.5个百分点，工业结构重化工特征较为突出。

——部分工业型资源型城市和地区高碳发展路径锁定效应较强，短期内降碳难度较大。从总量看，达州、内江、攀枝花、乐山、宜宾、泸州、广安、凉山、绵阳、德阳排放均较大。从强度看，攀枝花作为“钢城”，碳排放强度最高，内江、乐山、广安、达州、泸州5个工业化城市强度均高于全国平均水平。受到高碳锁定影响，低碳转型压力较大。

——新能源汽车保有量占比低，货物高碳运输方式占比高于全国，交通运输低碳转型任重道远。新能源汽车保有量规模偏小，2020年占全省汽车保有量的1.1%，低于全国平均水平（1.5%）。绿色基础设施不完备，铁路路网密度109.3公里/万平方公里，仅为全国的71.8%，无一、二级内河航道。2020年公路货运量占全社会货运量的比重为92.6%，较2015年提升

2.2 个百分点，高于全国 18 个百分点。铁路货物发送量占全社会货运量的 3.6%，较 2015 年降低 0.2 个百分点，低于全国 6 个百分点左右。水路货运量占全社会货运量连续六年下降，低于全国 12 个百分点左右，远低于内河航运里程占比^[2]。

（二）潜在的机遇

推动碳达峰、加快碳减排是新一轮科技革命、能源革命和产业变革的重要特征，是未来产业竞争的重要方面，将促进全球发展方式和生活方式的根本性变革。谁先实现转型，谁就能在未来竞争中占据制高点，在全球创新格局和产业分工占据更多优势。

——水能、天然气（页岩气）等清洁能源禀赋优越，且可再生能源和清洁化石能源资源组合条件相对较好。四川是世界级水能资源富集区，水电可开发量居全国首位，大渡河、金沙江、雅砻江三大流域水能密度比瑞士（世界上水能密度最大的国家）的水能密度高 2 倍以上。四川是我国三大天然气（页岩气）富集区之一，天然气探明储量居全国第一，页岩气地质资源量、可采资源量分别占全国 36.4% 和 34.75%。清洁能源资源组合为形成电力为主、天然气为辅的用能格局创造了良好条件。

——相比东部沿海地区，四川具有后发优势，在推动发展方式转变、培育新动能方面有更大选择权。2020 年全省经济总量约为广东的 43.9%、江苏的 47.3%、山东的 66.5%、浙江的 75.2%、河南的 88.4%，均不到广东、江苏的 1/2，人均 GDP 仅为 5.8 万元（当年价约合 8427.2 美元）仅为北京和上海的 1/3、江苏和福建的 1/2、重庆的 74.4%、陕西的 87.7%，见图 5^[3]。层出不穷的新技术、新需求、新业态和产业转移为四川发展方式提供了更多选择和可能，现代产业加快在川聚集发展。

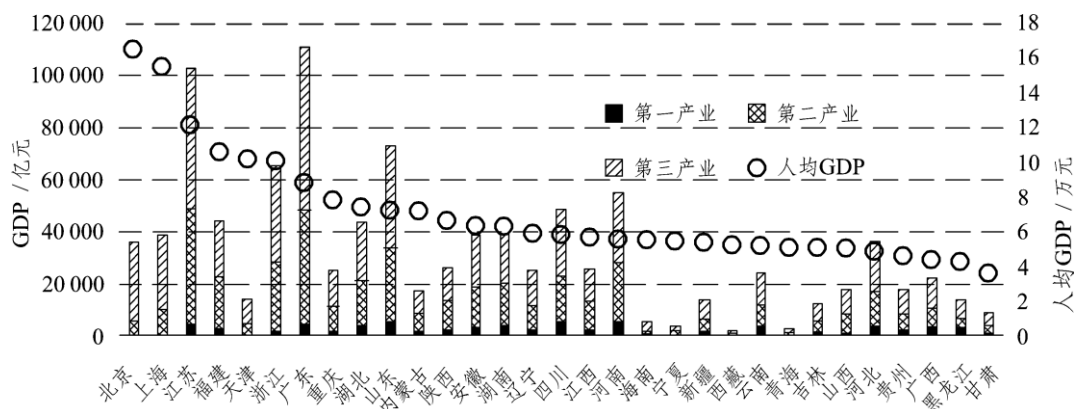


图 5 2020 年各省（市、区）GDP 及人均 GDP

注：根据《中国统计年鉴》测算和制作。

——区位优势、资源优势、市场优势突出，绿地低碳技术创新和产业培育初具规模。四川已建成西部金融中心，绿色金融和气候投融资需求规模较大，发展基础条件较好。能源装备、动力电池、光伏晶硅、短流程炼钢等低碳支撑应用产业基础扎实。节能环保、清洁能源、轨道交通、新能源汽车、二氧化碳矿化利用、氢能等领域技术创新和产业具备一定基础。

——国土空间广阔而多样，生态系统碳汇提升潜力较大。四川地跨青藏高原、横断山脉、

秦巴山地、四川盆地几大地貌单元，地貌和气候多样，土地利用以林草地为主，是全国第二大林区、第五大牧区、最大高原泥炭沼泽地，森林面积和蓄积量分别居全国第四、第三，林牧地集中分布于盆周山地和西部高山高原，占全省面积的 68.9%，耕地集中分布于东部盆地和低山丘陵区，固碳增量潜力较大。

三、碳达峰目标及不确定性

综合考虑四川战略定位、发展阶段、城镇化态势、产业特征、能源结构、资源禀赋等，在有效的政策引导和约束下，预计全省 2030 年前可实现二氧化碳排放达峰。“十四五”“十五五”时期，碳排放强度降幅均达 19%~20%。“十六五”时期，碳排放强度降速高于 GDP 增速，二氧化碳排放总量稳中有降。成都、攀枝花城镇化率分别为 78.8%、69.6%，高于全国平均水平，基本完成城镇化加速期。此外，攀枝花、成都人均 GDP 均超过 1 万美元，考虑区域产业结构演化和清洁能源配置条件，具备实现先行达峰条件。

构建控制二氧化碳排放关联支撑指标体系关系碳达峰的实现。结合区域二氧化碳排放结构、产业结构和用能结构，应重点纳入可再生能源消费占比、可再生能源电力占比、单位 GDP 能源消费降低、重点领域电能占终端能源消费比重、单位重点产品二氧化碳排放、新能源汽车量占比、绿色运输方式承运货运量比例、绿色出行占比、单位建筑面积二氧化碳排放等指标。

需要指出的是，二氧化碳排放达峰时间和具体峰值具有不确定性。温室气体排放因子、经济和能源统计口径、二氧化碳排放边界等调整与变化均会造成二氧化碳排放总量和增量的差异。作为全国最大清洁能源基地，四川能源将被纳入全国大局统一考虑，清洁能源输送廊道的规划布局、外输比例、电力交易体制改革、能耗增量控制、绿电消纳比例、资源价格等均会影响二氧化碳排放的增长和减排。我国调整人口政策，也将影响二氧化碳排放需求。

四、重点领域碳达峰策略

四川可发挥清洁能源、生态碳汇资源禀赋优势，将节能、减污、降碳、增绿纳入治蜀兴川全局，统筹推动能源、工业、建筑、交通、碳汇“四降一增”，探索一条以较少的排放、较低的成本、较高的效益实现经济社会发展低碳转型路径，加快建设国家清洁能源示范省、西部低碳高质量发展示范区、全国重要的绿色低碳技术产品供给区。

（一）能源绿色低碳转型

能源低碳转型是实现碳达峰的重中之重，应按照能源生产低碳化、能源消费电气化、能源使用高效化的思路，坚持“稳煤、限油、控气、电能替代”原则，实施碳排放总量和强度“双控”行动。一是稳定煤电规模并逐步减少运行小时数。全面停止核准和新建煤电项目，既有煤电机组按期退役。除枯水年外，全省煤电年均运行小时数应力争控制在 3000 小时左右并实现逐年稳步下降。发电调度指标向高效低碳机组倾斜。二是合理布局天然气消费项目控制天然气增量。实施“电力为主、天然气为辅”的新增用能策略，合理控制天然气消费年均增

速，天然气优先用于城乡燃气和工业“煤改气”。加强天然气发电项目省级统筹，实施退役煤电的天然气发电等量替代。严控天然气化工项目，充分论证布局规模、投产时序，避免“遍地开花”，严防消费需求过早和过高释放。三是控制石油化工产能规模。严格控制新布局石化基地，推动既有化工基地严控新增炼油产能，优化产品结构，依托现有产能并通过节能降耗提升产量，减少单位产品石油损耗。四是加快构建新型电力系统。加快建设金沙江、雅砻江、大渡河等流域水风光储一体化可再生能源综合开发基地。优化省内川西至四川盆地电网骨架，争取更多优质水电留存成渝地区双城经济圈。五是优化电力购入结构。加强省级规划统筹，严格控制煤电甚至气电调入，尽量压低增量增速，积极扩大可再生能源电力调入。

（二）工业绿色转型升级

工业是实现碳达峰的关键，可统筹供给侧与需求侧、存量与增量，严控“两高”项目，实施高耗能产业产能等量和减量替代，大力培育绿色低碳产业和先进制造业，持续优化用能结构和提升用能效率。一是推动建材行业低碳转型。加快水泥、砖瓦等行业的落后和过剩产能淘汰，实施产能等量减量置换，确保水泥熟料产能指标省内“只出不进”。鼓励采用电石渣、造纸污泥等非碳酸盐原料替代石灰石原料。优化工业用能结构，逐步提高使用电力、天然气等清洁能源的比重，推广纯低温余热发电和水泥窑协同处置废弃物模式。二是遏制冶金产能盲目扩张。严防以“钒钛”“减排”之名布局长流程、低附加值的钒钛钢铁和焦炭项目。鼓励废钢回收利用，推动钢化联产，发展短流程电炉钢和具有战略意义的高附加值钒钛产业。严格控制布局无高附加值下游产业链的电解铝项目。三是提升工业电气化水平。以有色金属冶炼和压延加工业、非金属矿物制品业、化学原料和化学制品制造业、酒饮料和精制茶制造业、纺织业、农副食品加工业等行业与领域为重点，逐步实施“煤改电”，提升白酒、茶叶产业电气化水平，推动提高绿电消纳和能效提标。

（三）城乡建设绿色发展

坚持绿色化、电气化、集约化方向，优化城市规划设计理念，推动新建建筑落实节能绿色要求，推动存量建筑绿色改造和电气化，推动建筑全生命周期降碳。一是改变建材使用方式和强度。提高城市建设用地效率。延长建筑使用寿命，严控“大拆大建”，推动老旧建筑节能改造。控制写字楼玻璃幕墙使用。提高基础设施和政府工程中绿色建材使用比例，减少建材浪费和滥用。二是提升建造施工电气化水平。推广建筑信息模型（BIM）技术、优化运输路线，减少工程土方、建筑材料运输量和运输强度。有序推广燃料电池重卡等新能源车辆和工程机械。三是推广新型节能绿色建筑。全面推广装配式建筑模式。依托成都天府新区、成都东部新区、宜宾三江新区等打造超低能耗、零能耗建筑示范区。以公共建筑示范引领，提高浅层地热、光热光伏、沼气在建筑领域应用规模。四是减少建筑对化石燃料的依赖。减少农村、乡镇、县城散煤使用，逐步深化餐饮等领域的清洁替代，加大城乡燃气供给，鼓励利用电锅炉、电热泵等方式相对集中供暖。结合小区改造、城市更新，推动既有建筑的电能替代改造。推动在攀西地区打造一批光伏工厂、光伏社区和光伏村庄。

（四）绿色交通体系构建

重点围绕运输结构调整、用能结构优化、运营效率提升三方面，加大绿色基础设施供给，推广节能和新能源汽车，发展绿色出行、绿色物流、共享交通、智慧交通模式。一是大力推广新能源交通工具。深入论证成都都市圈 2030 年前燃油车限牌政策，通过清洁能源车不限购、不限行和财税优惠等措施大力推广新能源汽车。加快本土汽车产业电气化、智能化转型。二是加快新型交通基础设施建设。以四川盆地为重点，加快构建由干线铁路、城际铁路、城市轨道组成的多层次轨道交通体系，基本联通城区常住人口 20 万人以上的大部分城市。加快新能源汽车充电、加氢智慧共享网络建设。三是缓和公路货运量占比居高态势。优化铁路货运线路网络，推动运能紧张铁路扩能改造和复线建设，提升铁路货运承载力和运输效率，提升铁路货运量占比。聚力打造多式联运型物流枢纽，促进适水货物“公转水”、铁水联运。

（五）生态系统碳汇提升

四川省拥有全国第二大林区、第五大牧区，森林面积、森林蓄积量分别占到全国的 8.3%、10.6%，生态系统碳汇种类多、分布广、增量，可大力发展林草碳汇，推动林草碳汇项目规模化开发和市场化交易，拓展生态产品价值实现路径。一是提升森林生态系统碳汇。定量评估森林、草原、湿地、土壤、冻土、农田等生态系统活动在减排增汇中的作用，坚持因地制宜、适地适树推动宜林荒山、荒坡、荒丘、荒滩造林和退耕还林，加强长江廊道、黄河上游水源涵养区、秦巴山区、乌蒙山区等区域绿化，加强沙化、干热河谷、石漠化等脆弱地区生态修复。推进森林进城、森林围城，加快龙泉山城市森林公园建设，推进村内绿化、围村片林和农田林网建设。二是巩固和提升其他生态系统碳汇。推广实施草原生态修复、人工种草、禁牧休牧轮牧，严格控制草地载畜量，有序推进川西地区退化草地综合治理和草地改良，恢复并提高草原湿地涵养水源、保持水土和固沙能力，加大草原虫鼠害监控和防治力度，控制毒害草危害。增强湿地储碳功能，加强泥炭地保育。提升土壤有机碳储量。三是推动林草碳汇高质量发展。科学评价林草碳汇发展潜力，逐步建立覆盖森林、草原、湿地等生态系统的碳汇监测网络。建设林草碳汇项目信息化平台，完善林草碳汇项目开发机制，加强林草碳汇项目管理，促进林草碳汇交易，树立四川林草碳汇品牌形象。四是提升生态系统恢复力。完善重点生态功能区林业观测站网，加强气候变化对林业影响的监测评估。根据气温、降水变化合理调整与配置造林树种和林种，增加耐火、耐旱（湿）、抗病虫、抗极温等树种造林比例，提高乡土植物和混交林比例，合理配置造林树种和造林密度，优化林分结构，构建适应性强的人工林系统。健全“五位一体”的森林草原火情监测即报系统，营造生态经济效益兼具的生物隔离带。强化有害生物监测预警，抓好分布较广、危害较大的林草有害生物防控。

（六）重点区域低碳转型

重点领域降碳要充分与区域发展战略衔接。成都可实施更为严格的碳排放管控，力争尽早实现碳达峰。达州、内江、乐山、攀枝花等地区应深化供给侧结构性改革，持续推动系统性去产能、结构性优产能，着力巩固钢铁、水泥、煤电等去产能成果。南充、巴中、广元、雅安等地区要加快发展服务业和新兴制造业。重点生态功能区要着力发展生态文化旅游、特色农牧业和生态经济，有序开发利用可再生能源，提升生态系统碳汇能力。

五、碳达峰关键驱动机制

推动可持续、系统性降碳需建立健全行之有效的驱动机制，充分调动各方的积极性和推动力，推动政府、市场、社会三方协同发力，为碳达峰注入强劲动力。

（一）构建现代温室气体监测核算披露机制

建立健全温室气体排放监测评估、统计核算、信息披露体系是实现碳达峰碳中和目标愿景的基础和前提，也是积极应对气候变化国家战略的重要支撑。自 20 世纪末开启气候变化议程以来，温室气体排放监测和统计从研究走向实用、从多元走向统一、从国外走进国内、从政府走向市场，有效支撑了国家气候变化国际履约、地方控制温室气体排放、企业碳排放权交易、碳信用项目开发。立足碳达峰、碳中和新形势，应坚持“核算为主、监测为辅”的大方向，按照方法科学、口径一致、结果可比、满足需要的大原则，塑造区域、行业、企业温室气体排放监测、核算和发布的大格局，构建相互兼容、分工明确的温室气体排放数据管理大体系，全面支撑温室气体排放控排和评价考核。一是扩大监测范围，有效支撑区域和企业温室气体核算。推动温室气体环境浓度监测，开展水泥熟料、钢铁冶炼、化石能源发电等行业二氧化碳在线监测，试点天然气（页岩气）、煤炭开采和废弃物填埋企业甲烷和氧化亚氮监测。实测碳排放配额参数，对化石能源低位发热量和单位热值含碳量、水泥熟料中关键物质含量等开展实测。二是强化统计基础，夯实温室气体排放核算数据基础。试点推动具备条件的县（市、区）常态化编制县级能源平衡表。完善工业、交通、建筑等领域能源统计体系，优化土地利用、农业农村、废弃物、工业生产等统计。三是规范核算规则，构建统一温室气体排放核算体系。加强监测和统计核算省级统筹。制定城市温室气体清单编制指南，常态化编制省、市、县三级清单。统一开展全省、分领域、分地区二氧化碳排放量核算。明确三次产业单位增加值二氧化碳排放核算方法，明确主要工业产品、交通运输周转量、建筑面积等碳排放强度表征指标和核算方法。四是提高频次效率，满足温室气体排放过程管控需要。构建能够动态反映全省月、季度整体碳排放情况的模型和指标，建立二氧化碳排放月、季度监测机制，实施降碳形势区间预警。五是开展基础研究，强化温室气体排放数据技术支撑。加强基础平台和能力建设，完善重点行业温室气体排放报送系统。推动温室气体排放因子本地化，开展高精度温室气体遥感观测研究。制定白酒等特色优势行业企业排放报告与核算标准。六是规范信息发布，增强各类气候变化信息透明度。制定应对气候变化信息发布指引，建立温室气体排放数据复核和审查制度。编制应对气候变化白皮书，定期发布区域温室气体排放信息。

（二）实施二氧化碳排放总量和强度双控制度

碳排放目标管控是各国应对气候气候变化、控制温室气体排放的重大导向。2009 年 11 月，国务院决定将我国 2020 年碳排放强度比 2005 年下降 40%~45% 作为约束性指标纳入国民经济和社会发展中长期规划，并制定相应的国内统计、监测、考核办法，此后碳排放强度降低指标开始纳入五年规划和国际承诺目标体系。“十二五”以来，我国对省级人民政府分解

下达单位 GDP 二氧化碳降低约束性目标。实现碳达峰时间紧、任务重、难度大，必须实施更加科学、精准、有力的二氧化碳排放目标管理。一是研究论证到 2035 年碳排放需求和增量空间。立足成渝地区双城经济圈建设战略、“双循环”下的战略大后方开发建设、中东部产业向西转移等，结合未来人口规模、结构、分布变化，以及工业化、城镇化阶段性趋势，考虑能源结构、产业特征、资源禀赋、自然条件等，研判未来碳排放增长潜力和减排空间。二是科学设置碳排放“十四五”及峰值目标。根据国家“十四五”、2030 年及中长期愿景目标，结合疫后复苏、经济发展等需求，科学设定“十四五”碳排放控制目标，确保既完成国家下达的约束性目标又实现经济社会高质量发展。三是实施碳排放预算管理和目标分解。坚持以“单位碳排放经济产出论英雄”，挖掘存量碳减排潜力，推动碳排放和新增碳排放指标向先进制造业、现代服务业和民生领域倾斜，助力经济高质量发展。按照全省“一盘棋”理念，充分考虑各地区战略定位、发展阶段、经济增长、产业特征、能源结构、重大项目布局、碳排放惯性、减排潜力、能源禀赋等因素，差异化分解目标。坚持碳排放强度目标的约束性和总量目标的引导性，压实压紧各级政府责任。四是制定碳排放目标责任弹性考核制度。对能源结构低碳化程度较高、碳排放强度极低的地区，弱化碳排放总量和强度指标，更加突出生态系统碳汇指标和外输绿电贡献指标。在“十三五”探索实践的基础上，研究制定碳排放控制目标责任考核和追责办法，按年度制定计划、分解目标、实施考核。五是严格碳达峰考核和追责问责。加强碳排放月、季、年形势分析预警，实施事前、事中、事后全程管理，加强监测预警、会商调度和宏观调控。将碳达峰目标完成和工作推进情况纳入国民经济社会发展、生态文明建设考核体系，纳入省级生态环境保护督察，实现压力传导。

（三）探索区域减污降碳协同增效路径机制

减污降碳协同增效旨在树立系统思维和全生命周期理念，避免环境和气候治理“单兵突进”“顾此失彼”，增强生态文明建设的协同性，实现绿色发展水平的整体跃升。一是加强顶层设计，实现目标协同。把实现减污降碳协同增效作为促进经济社会发展全面绿色转型的总抓手，统筹推进路径协同、要素协同、体系协同。把降碳作为源头治理的“牛鼻子”，以能源、工业、交通为重点率先突破，增强蓝天、碧水、净土保卫战的降碳效益。二是加强部门联动，实现政策协同。推动经济社会发展与减污降碳一体谋划、统筹布局，推动体制机制、规划政策、目标指标、法规标准协同融合，修订生态环境保护责任清单，推动专项规划、区域规划充实减污降碳内容，将能效、碳效提升作为环境治理的重要路径。三是识别重点领域，促进行动协同。在能源方面，禁止新建燃煤机组，控制燃气机组规模和建设时序，实施可再生能源替代行动。在工业方面，提高部分附加值低、产业链短、产能饱和的“两高”产业准入条件，加快火电、冶金、建材、化工等重点行业绿色化改造。在交通方面，构建外部铁路集中输送、内部新能源车配送的城市绿色配送体系，推动城市公用车辆和机械新能源化，大力推广新能源车。在建筑方面，避免大拆大建，延长建筑使用寿命，推广绿色建材和房屋全装修，推广可再生能源建筑应用。四是强化区域联动，打造绿色空间。优化定位，推动成都有序疏解非核心功能、攀西地区优化钒钛钢铁产业布局。互联互通，完善绿电基地至负荷中心的电网通道，扩大城际绿色出行规模，鼓励跨行政区域共建共享污水、垃圾处理设施，有序推动园区集中清洁供热和循环化改造。示范引领，探索区域、城市、园区、行业、企业减污降碳

协同试点路径，实施减污降碳“一城一策”，开展碳排放达峰和空气质量达标“双达”试点，建设“无废城市”。五是开展能力建设，构建治理体系。开展探索减污降碳共性问题研究，研发推广减污降碳协同技术“新套餐”。将碳排放要求纳入规划环境影响评价，逐步开展项目碳排放环境影响评价试点，优化项目节能审查规则。打造生态环境监测“一张网”，探索排放清单“一张表”。构建协同增效评估模型，实现绩效评估“一条线”。

（四）完善产业和项目绿色低碳准入机制

随着供给侧结构性改革进入深水期和疫后复苏发展，一些地区节能降碳形势严峻，生态环境改善压力增大，亟须与时俱进建立绿色低碳准入机制。我国尚未发布统一、明确的高耗能、高排放（“两高”）项目名录，不同行业 and 部门识别的侧重点不同。“两高”行业和项目界定不仅仅是科学问题，更涉及地方产业政策。推动碳达峰碳中和、促进经济社会发展全面绿色转型，必须坚决、科学遏制高耗能高排放项目盲目发展，既要防止“滥竽充数”“浑水摸鱼”，也要防范“矫枉过正”“一刀切”，使高质量发展建立在高效利用资源、严格保护生态环境、有效控制温室气体排放的基础上。一是准确界定“两高”项目属性，建立监管“信息库”。建立“两高”项目分类分级识别体系，明确“两高”项目范围界限，梳理排查在建拟建“两高”项目，建立“两高”项目管理台账，制定“两高”项目正面清单，部分行业项目“两高”属性见表1。二是强化源头管控，守好低碳“准入关”。做好“三线一单”成果应用“后半篇文章”，强化“三线一单”硬约束，将碳排放影响评价纳入环境影响评价体系，完善环评体系和机制，增强节能审查机制统筹性和有效性，强化项目节能审查。三是完善产业政策，确保项目“有品质”。严控煤电供热、钒钛钢铁、电解铝、水泥、石灰、焦炭、造纸等行业产能，提高环境准入条件，完善产业转移承接政策，按照产业转移优先次序，将节能降碳约束摆在前面，坚决遏制高耗能产业盲目发展和低水平重复建设。四是落实分类管理，确保处置“提效率”。严肃处理未批先建的“两高”在建项目，科学稳妥推进拟建“两高”项目，深入挖掘存量“两高”项目节能减排潜力。五是坚持有扶有控，避免简单“一刀切”。推动产业集聚集约发展，建设一批钒钛钢铁、建材、化工等产业集聚发展区。推动新建“两高”项目实施产能、能耗和煤耗、温室气体排放、污染物排放等量或减量替代。六是实施综合激励，调动各方“能动性”。完善绿色价格政策，严格实施差别电价、阶梯电价、惩罚性电价，全面清理不合理支持政策措施，推进节能信用体系建设，探索指标收储交易机制，深化用能权交易试点，加大财政统筹支持力度。七是健全体制机制，强化管控“见实效”。建立跨部门工作机制，强化统筹协调、工作会商和信息共享，强化责任和压力传导，将“两高”管控、去产能“回头看”情况作为生态环境保护重点督察内容，进一步加强监督监察，完善节能基本制度，强化监督监察，强化舆论导向和社会监督。

表1 四川省部分行业项目“两高”属性

序号	行业	高耗能、高排放属性						
		电力消费	化石能源消费	二氧化碳	其他温室气体	大气污染物	水污染物	土壤污染物
1	发电		●	●		●		
2	炼油		●	●		●	●	●

3	乙烯		●	●		●	●	●
4	氮肥		●	●			●	
5	合成氨		●	●	●			
6	烧碱		●	●	●			
7	纯碱		●	●	●			

续表

序号	行业	高耗能、高排放属性						
		电力消费	化石能源消费	二氧化碳	其他温室气体	大气污染物	水污染物	土壤污染物
8	电石		●	●		●		
9	粗钢		●	●		●		●
10	钒钛		●	●		●		●
11	铁合金		●	●		●		●
12	电解铝	●		●	●	●	●	●
13	铜冶炼		●	●		●	●	●
14	铸造		●			●		
15	水泥		●	●		●		
16	玻璃		●	●		●		
17	晶硅	●						
18	陶瓷		●	●		●		
19	石灰		●	●		●		
20	焦炭		●	●		●	●	
21	造纸		●	●		●	●	
22	印染		●				●	
23	制革		●				●	
24	电镀	●					●	
25	数据中心	●						

（五）充分发挥环境资源权益交易机制作用

环境资源权益交易是市场经济体系的重要组成部分，以碳排放权、国家温室气体核证减排量（CCER）、用能权、绿色电力、绿色电力证书等环境资源权益交易制度为代表的市场化机制将是减缓资源、环境、气候危机的重要政策工具。碳定价是实现《巴黎协定》目标“必不可少且最具成本效益”的武器，包括碳排放权交易、碳税和碳信用机制。其中碳交易因具有灵活性较强、社会成本较低、衍生功能多等特点而成为控制二氧化碳等温室气体排放的重要政策工具。全国碳排放权交易市场是利用市场机制控制和减少温室气体排放、推动绿色低

碳发展的一项重大制度创新，也是实现碳达峰、碳中和与国家自主贡献目标的重要政策工具，事关四川省传统产业转型和碳减排资源开发消纳，四川省碳排放重点排放单位行业分布见图 6。推动实现碳达峰碳中和，要充分利用“无形的手”的作用，充分调动全社会绿色低碳转型的积极性、主动性。一是明确定位，强化碳交易监督管理。理清省、市州两级监管权责，建立工作协作机制。充实碳市场工作力量，落实必要的核查、复查、复核、培训等工作经费。建立健全管理制度，制定四川省碳排放权交易管理配套规范性文件。强化名录管理、数据质量、清缴履约等重点环节监管，确保排放数据质量和按时履约率“双提高”。二是强化弱项，开展碳定价监测研究。开展配额分配研究，争取公平合理的配额分配方法。建立碳交易跟踪研究小组，实施多形式多层次预警提示。深化重点行业减污降碳协同增效路径研究，引导企业调整投资和发展战略，逐步缩小配额缺口甚至实现盈余，避免资产搁置和转型风险。三是培育队伍，提升碳资产服务能力。培育碳排放管理高素质专业化人才队伍，培育一批本土碳监测、碳盘查、碳认证、碳资产管理、碳信用开发、碳交易研究等专业机构。引导大型企业组建碳资产管理机构和分公司，推广碳资产委托管理商业模式。四是夯实基础，开展碳市场能力建设。以纳入交易的企业重点开展专题培训并逐步扩大范围。围绕监测计量、配额交易等薄弱环节开展培训，拓展线上+线下、集中+分散培训模式。五是全面深化用能权有偿使用和交易试点。适当衔接、错位全国碳排放权交易覆盖行业范围，尽早覆盖年综合能源消耗 1 万吨标准煤以上的用能单位，适时纳入大数据中心、公共建筑和交通运输企业，平衡好节能降碳和成本可负担性。优化用能权指标分配方法，坚持基于先进行业基准的分配策略，统筹行业间公平性。实施用能权指标总量管控，探索增加用能权指标拍卖机制，并逐步提高有偿分配占比。加快重点用能单位能耗在线监测系统建设、优化和升级，提高能源消费数据质量。扩大交易主体，引入投资机构，逐步增加节能量等补充交易产品，增加市场交易活跃度，形成合力的用能权价格信号。六是做大环境资源交易服务平台。强化服务西部的战略定位，创新拓展发展路径，争取国家政策支持，有效支撑西部环境资源交易中心建设。

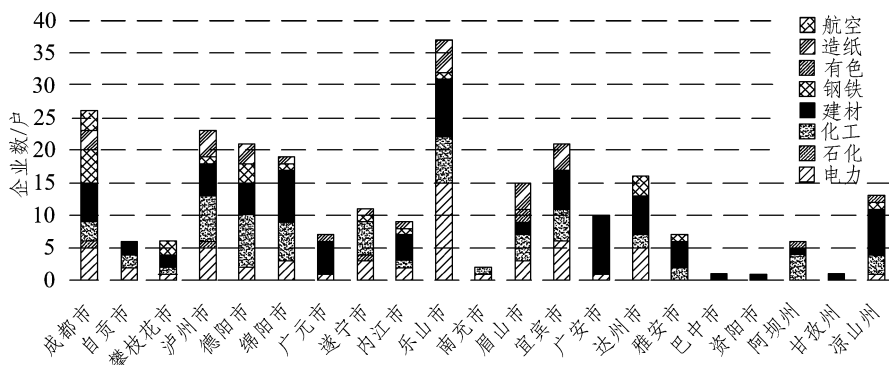


图 6 四川省碳排放重点排放单位分布

注：根据四川省生态环境厅数据测算和制作。

（六）加快完善有利于低碳发展的价格机制

实现将生态、环境、资源成本纳入经济运行成本，是创新和完善促进绿色低碳发展价格机制的核心要义。市场经济条件下，可运用价格杠杆促进绿色发展，坚持用能者付费、产生

者付费、污染者付费，坚持激励约束并重，坚持市场化改革方向，推动能源、环境、资源等领域价格制度和机制完善和创新。一是深化电力交易价格改革。按照“能放尽放”原则，坚持市场配置资源的理念，在保障民生和经济安全的基础上，根据条件成熟度有序放开发电量上网电价，扩大市场交易电价上下浮动范围，完善风电、光伏发电、抽水蓄能价格形成机制，建立新型储能价格机制，逐步形成有利于可再生能源电力消纳、化石能源发电逐步减少的环境。二是提高电价支持政策精准性。用好计划电量调节、直接交易电量、富余电量、留存电量等各项支持政策，支持可再生能源制氢、优质大数据中心、动力电池、太阳能电池等绿色低碳优势产业发展。持续实施电能替代电价支持政策，推动使用化石能源的锅炉、窑炉和产业提高电能占终端用能比例。实行丰水期居民生活电能替代电价，降低居民生活成本。三是发挥价格约束用能和碳排放作用。针对高耗能、高排放行业，完善差别电价、阶梯电价、分时电价等电价政策，促进节能减污降碳。四是重要物资和商品价格保护。加强煤炭、石油、天然气等价格区间管控，避免降碳步骤过快、力度过大造成能源危机、经济危机和物价上涨，增强降碳的可持续性和有效性。

（七）创新发展绿色低碳导向的投融资格局

气候投融资是指为实现国家自主贡献目标和低碳发展目标，引导并促进更多资金投向应对气候变化领域的投资和融资活动，是绿色金融的重要组成部分。支持范围包括减缓和适应两个方面。低碳转型将创造巨大的投融资需求，大力发展绿色金融和气候投融资，既有利于经济社会发展全面绿色转型，也可以为金融机构创造新的业务增长点。一是成立相关财政专项资金。加强财政统筹，整合相关资金，研究设立应对气候变化或低碳转型专项资金，成立公正转型基金，重点支持低碳产业发展、传统产业转型、低碳城市建设、碳市场能力建设等。推动财金互动，进一步撬动社会资金。推动国资国企优化投资布局，积极投入绿色低碳发展。二是加快制定出台气候金融支持政策。制定金融支持碳达峰碳中和的行动方案，细化减缓气候变化的融资政策，推动绿色金融、转型金融发展。三是完善气候金融基础能力。建立气候金融统计体系，加快形成清晰可执行的气候金融标准和规范体系。建立气候金融信息共享制度，将企业碳排放量、碳交易履约、节能减排建设等信息，纳入企业环境信用信息共享平台和企业征信系统，建立覆盖面广、共享度高、时效性强的气候信用评价机制。四是加强气候金融专业人才培养。提升金融机构的气候金融认知，加强向金融机构传递绿色低碳发展理念，指导金融机构内部设立专门绿色（气候）金融业务的部门，针对绿色（气候）金融业务人员进行系统的专业培训。五是加强监督管理防范金融风险。构建针对气候金融项目的保险机制和投融资风险补偿制度，完善金融机构气候金融风险预警机制。六是积极申报创建国家试点示范。推动成都市申报国家绿色金融试验区和气候投融资试点，提升气候投融资规模、质量和国际化水平，突出支持碳达峰碳中和，打造中国绿色金融的“天府品牌”^[4]。

（八）探索公众和小微企业的碳普惠生态圈

碳普惠等区域减排机制是在全国碳排放权交易机制之外，考虑更好地将小微企业、非八大行业排放企业、公众生活融入碳排放管控体系。区域碳减排机制有利于充分挖掘本地区减排和碳汇潜力，如贵州省利用丰富的林业资源，开展单株碳汇精准扶贫项目，助力乡村振兴

和生态建设；福建省通过区域碳交易机制，将林业碳汇项目减排量纳入抵消和交易机制，为植树造林、森林保育和生态补偿提供了新动能；广东省将社区光伏发电产生的碳减排量纳入碳普惠机制，有效推动了可再生能源社会化推广，也让低碳更好造福公众。碳达峰碳中和目标愿景下，要顺应转型大势，加快探索区域碳普惠机制，构建人人参与的碳普惠生态圈。一是开展碳普惠制建设论证研究。借鉴省内外地方碳普惠建设经验，结合四川省区域资源禀赋、战略定位、发展差异、能源结构、产业特征、市场成熟度等实际，研究提出区域协同视角下的四川省碳普惠机制建设的主要目标、基本思路、路线图、重点任务及支撑保障体系，制定四川省碳普惠机制建设试点工作方案、省级碳普惠制核证减排量管理规范性文件。二是构建省级碳普惠项目开发。整合现有的农村沼气、林草碳汇碳减排项目开发机制，研究编制林草碳汇、农村沼气和新能源等碳普惠项目方法学，开发备案一批优质碳减排项目和减排量。三是有序推动社会活动碳中和。以绿色生活和低碳发展为归宿，以赛事、会议、论坛、展览等大型活动为重点，以平台建设、宣传推广、项目示范为抓手，推动各类社会活动实施碳中和，构建起碳中和政策标准和支撑服务体系。依托一批具有国际性、全国性影响力的重大会议，规范实施大型碳中和。四是创新城市碳普惠场景。坚持“政府引导、市场运作、公开公正、广泛惠民”原则，以公众碳减排积分奖励、项目碳减排量开发运营为路径，着力拓展公众低碳场景、构建碳减排量消纳机制、创新运营管理模式，加快构建自生长、可持续的碳普惠生态圈，将“碳惠天府”打造为成都践行生态优先、绿色发展的新名片，成为国内碳普惠机制建设的新样板。六是推动碳普惠机制兼容共通。推动数据互联互通、规则融合衔接，推动探索相互认可的成渝地区等区域核证减排量。

六、碳达峰支撑保障体系

围绕降碳重点领域和重点环节，应推动理念创新、技术创新、机制创新，推动碳排放治理体系和能力现代化，推动形成多方参与、多元投入、可持续的格局。

（一）建立权威高效的碳达峰工作推进机制

气候变化是科学问题、环境问题，是政治问题、非传统安全问题，也是社会问题、民生问题，但根本上是能源利用问题和可持续发展问题。应对气候变化工作具有国际性、科学性、长期性和现实紧迫性，涉及工作领域宽、内容广、主体多，并强调结构减排和源头治理。相比常规环境污染治理，应对气候变化更加长期、综合、复杂。应建立有效的领导机制和工作推进机制。一是建立碳达峰工作议事协调机构。强化省生态环境保护委员会统筹作用，加强节能、减污、降碳、增绿等生态文明的统筹。研究设立省、市、县三级碳达峰工作领导小组。进一步发挥各级生态环境保护委员会、节能减排及应对气候变化工作领导小组及其办公室的作用。二是明确部门和各级政府职责分工。在生态环境保护清单的基础上，研究制定各级生态文明建设职责清单，进一步明晰部门职责，形成降碳合力。

（二）发挥城市统揽作用和企业主体责任

实现碳达峰更多强调区域层面，需要坚持系统思维，树立区域“一盘棋”理念，避免“一

时一地一企”的碳减排产生过大的成本、造成能源供给问题、影响经济可持续发展。城市、企业的边界清晰，统筹效率更高。一是建立权威高效的碳达峰统筹机制。坚持高位推进，建立党委、政府主要负责人牵头的议事协调机制，涵盖经济、能源、产业、住建、交通、财政、金融等关键部门，实现战略的统筹性、协调的高效性。二是将节能降碳纳入企业经营战略。优化企业经营布局，提升企业发战略绿色化程度，研究制定企业近期和中长期降碳战略，增强战略投资的前瞻性，避免重复投资、资产搁置。三是推动重大决策、重大项目碳绩效评估机制。提升生产力布局、重大项目决策部署的科学性，充分听取碳排放管理部门和专家意见，避免形成新的高碳锁定，恶化本地区节能降碳和能源供需形势。四是发挥国有企业和大型企业带头示范作用。推动中央国有企业及其在川分支机构实施碳达峰战略，推动军民融合、航空航天、电子信息、装备制造、能源供应、金属冶炼等领域加快转型。以能源、交通等领域省属企业为重点，引导制定碳达峰和降碳战略，推动转型升级和优化布局，培育新的增长点和动能。

（三）强化能源安全和产业安全红线底线

实现碳达峰碳中和的过程中，可能出现局部经济下滑、能源安全、金融稳定、物价上涨、社会稳定、贸易壁垒等风险和挑战，我们要增强忧患意识，树立底线思维，坚持先立后破，开展重大政策风险评估，采取有效措施防范风险、化解矛盾，实现高质量发展、高品质生活与减污降碳的多赢。一要坚持以人民为中心的发展思想，着力保障人民群众生活。要严防“一刀切”和“运动式”减碳，减少碳达峰碳中和对人民群众基本生活的负面影响。坚决反对平时不作为、考核时乱作为的行为，严防因降碳造成日常生活物资价格大涨，确保电力供需紧张特殊时段“限电不拉闸”“限电不限民用”。二要加强用能重点风险管控，着力保障能源供应和安全。要加强用能和碳排放预算管理，严格管控不符合要求的“两高”项目，坚决遏制不合理用能需求。要防止传统高耗能行业用能“大起大落”，恶化年度节能降碳和能源供需形势。要加强电源侧、电网侧和消费侧储能调峰能力，有序规划建设一批天然气发电调峰和抽水蓄能项目，增强电网调节能力和韧性。要加强天然气、煤炭等能源需求预警和储备，严防极端天气事件、能源价格大幅上涨等造成的短期用能紧张冲击经济社会秩序。三要增强产业降碳的整体性，着力保障产业链供应链稳定。要在充分评估论证可行性、可替代性的基础上，统筹推进产业链、供应链节能降碳，把握好工作节奏和降碳力度，坚持“疏”“堵”有机结合，避免简单粗暴关停产业链中的高耗能环节，造成产业链供应链“停摆”和上游产品价格大幅上涨。要加强对企业参与全国碳排放权交易的帮扶指导，多措并举降低企业碳排放配额缺口和清缴履约成本，主动防范群体性事件。

（四）形成多层次、多类型试点示范合力

四川是经济社会和自然地理异质化特征比较突出的区域，不同地区战略定位、发展阶段、产业结构、能源结构、资源禀赋、自然环境等均存在较大差异，降碳路径、减排力度、达峰时间、可承受性均存在较大差异，必须实施差异化降碳减排，因地制宜打造试点示范。一是开展多层次试点示范。充分论证阿坝州、甘孜州、雅安市和大凉山地区等人口较少、能源结构较优、碳排放不多、碳汇潜力大的地区，探索建设碳中和先行区，进一步将可再生能源电力优势和碳汇优势转化为绿色发展优势。以城市为单元，开展低碳城市示范和城市碳达峰试点，鼓励成都、广元等具备条件的地区建设低碳示范城市，推动空气质量达标和碳排放达峰

试点工作。以县区为单元，结合生态文明示范县区创建，融入减污降碳要求。以园区为单元，开展绿色园创建和园区碳达峰试点、园区减污降碳协同试点。二是探索多类型试点示范。在重点排放行业，开展减污降碳协同、循环化低碳化改造试点。在终端用能环节，建设近零碳排放示范工程，推动 100% 可再生能源。在投融资领域，开展绿色金融、气候投融资地方试点，支持成都等具有条件的地区申报国家绿色金融试验区和气候投融资试点。在监测统计领域，开展县级能源平衡表和温室气体清单编制试点，推动碳监测评估试点工作。三是加强试点示范政策支持。加强试点示范统筹和整合融合，防止名目过多过泛，明确申报和创建流程。制定试点示范综合性指导文件，明确试点示范目标任务和实施路径。加大财政资金配套，通过投资补贴、以奖代补等方式予以激励，撬动社会资本投入。四是完善试点示范评估考核机制。科学制定不同试点示范评估标准规范体系，定期开展过程评估和考核验收，对达到要求的予以授牌，对推动不力予以通报批评。建立试点示范动态进出机制，形成长效创建巩固机制。五是加强试点示范经验总结和推广。定期开展同类试点示范经验交流、案例分享和宣传报道，总结提炼可复制、可推广的经验和做法，适时面向全省推广。

（五）谋划布局低碳零碳负碳科技创新

气候变化研究和绿色低碳技术研发是当前乃至未来国际科学研究和技术研发的前沿与核心之一。从近期看，控制温室气体排放，无论是燃料替代、原料替代、产品替代，还是效率提升等方面，均离不开科技的有效支撑。从长远看，应对气候变化的根本出路在于科技创新，特别是颠覆性、关键性技术的突破。四川绿色低碳技术创新和产业培育方面拥有扎实的基础和能力。一是编制绿色低碳技术研发路线图和行动方案。立足四川的现实基础、战略需求、创新规律，统筹基础研究和应用研究，制定面向 21 世纪中叶的绿色低碳技术研发路线图和配套行动方案，明确总体布局、重点方向、时间表、投入机制等，增强可预期性，四川省降碳十大潜在技术见表 2。二是布局打造高能级研发平台。依托创新型高等院校、科研院所和企业，整合打造一批低碳零碳负碳技术研发平台，加快建设碳中和天府实验室、碳中和技术创新中心，支持相关平台建设国家重点实验室、工程中心、技术中心等。三是加强亟须、适用技术研发。围绕智慧电网、工业互联网、车联网汽车、先进储能、氢能、动力电池、太阳能电池、新型材料、高效燃机、原料替代、节能降耗、减污降碳协同、甲烷回收利用、氢氟碳化物销毁替代等开展技术研发和应用。四是加强零碳、负碳技术储备。加强基础研究，布局碳捕集利用与封存、空气直接碳捕集、绿色氢能、氢冶金等中远期规模化应用技术研发和示范。五是推动技术创新成果转化和应用。强化科技成果转化激励，深化职务科技成果权属改革。依托四川联合环境交易所，进一步拓展绿色低碳技术交易规模和品质。加大政府引导，推动先进、适用技术规模化、商业化示范，提升规模化效益，逐步降低应用成本。

表 2 四川省降碳十大潜在技术

序号	技术名称
1	一体化安全高效燃料电池技术
2	可再生能源低成本、规模化制氢技术
3	高效太阳能光伏电池技术
4	长续航、可回收动力电池技术

5	大型高效水力发电成套技术
6	新型低风险、规模化储能技术
7	规模化氢还原冶金技术
8	水泥熟料原料替代技术
9	浅层地热能高效利用技术
10	轨道交通节能高效技术

（六）加强绿色低碳消费侧需求端管理

温室气体排放既有“有形、可见的烟囱”，也有无形的碳源。随着应对气候变化纵深推进，温室气体排放管控已逐渐从二氧化碳拓展到其他温室气体、从直接排放延伸到间接排放。间接碳排放、全生命周期碳排放既关系到控制温室气体排放绩效甚至成败，也涉及减排责任、减排公平性问题。要根本解决排放特别是含碳产品问题，必须更加关注消费侧和需求端，实现前端与末端、供给与消费协同发力。一是完善政府采购碳标签产品激励机制。实施绿色政府采购，在采购节能环保产品政策的基础上，进一步拓展到更多具有绿色、低碳、有机等标签的产品，稳步提升绿色产品采购比例，形成碳标签推广内生动力。二是鼓励头部企业打造绿色供应链。借鉴苹果等跨国企业绿色供应链构建经验，引导省内智能终端、食品饮料等先进制造业和现代服务业头部企业，在实现运营环节碳中和、成本可承受的基础上有序推进供应链碳足迹管理体系建设。三是深化生产者责任延伸制度。推动电子电器、汽车、动力电池、快递包装等行业通过自主回收、联合回收或委托回收等模式，规范回收废弃产品，降低产品全生命周期碳足迹。四是完善碳标签、碳披露制度。面向国内市场，加大政策支持力度，鼓励钢铁、铝材、建材等高碳产品和纸张、白酒等轻工业消费品开展低碳产品、碳足迹认证。完善企事业单位温室气体排放信息披露制度和机制，增强企业降碳行动和履责履约透明度，更好与环境信息披露对接融合。五是试点开展出口产品碳标签制度。利用成都探索经验和工作基础，创新在中国（四川）自由贸易试验区推广碳标签，鼓励太阳能电池等优势出口产品发挥四川绿电优势，推行出口产品碳标签，积极应对“碳边境调节机制”，展示“四川制造”绿色竞争力。

（七）提升公民和领导干部气候变化意识

相比一般环境资源和经济社会问题，全球气候变化风险及其应对的时间跨越代际、空间覆盖全球、范畴涉及广泛，必须坚持科学主义、长期主义和全民行动。发挥社会主义制度下的社会动员优势，以新型举国体制应对气候变化挑战、实现碳达峰碳中和，抓好广大公民和领导干部的认识提升、理念升华，将人与自然和谐共生理念拓展到应对气候变化领域，转化为更多人的自觉行动。一是将应对气候变化、地球科学教育纳入国民教育体系。发挥地理、气象、生物、水文等领域名师带动示范作用，打造应对气候变化师资队伍。研发应对气候变化科普图书和教材，形成一批优质课程。增强气候变化教育的可及性、多样性、兼容性、实践性，实现中小学教育、高等教育全覆盖。依托雪山、企业、园区、景区、社区、高等院校、科研院所、自然博物馆等载体，就近就地打造一批实践教学基地，打造沉浸式体验场景。二

是加大短缺、新兴领域人才培养和供给。推动高等院校、科研院所围绕基础研究和科技创新，发挥理学、工程、经济学等学科优势，面向未来布局设立气候变化和碳中和学院、研究院、技术创新中心、实验室等创新平台与人才培养基地。扩大应对气候变化管理、碳排放管理、碳金融等新领域专业管理人才培养规模，加大智能电网、新能源、新能源汽车、储能、减污降碳、温室气体计量监测等领域技术人才培养。加大科技资金投入，实现以项目和资金调动积极性，提升人才培养的多样性和品质。三是将气候变化教育纳入干部学习培训体系。编制应对气候变化、碳达峰碳中和、减污降碳干部辅导读本，推动干部继续教育课程体系增加绿色低碳内容。发挥党校、行政学院作用，针对不同层级、不同领域的领导干部，针对性制定培训方向和重点。推动各级党委、党组将生态文明建设、碳达峰碳中和、可持续发展常态化纳入集体学习范畴。以考试、比赛等为切入口，渗透式学习绿色低碳理念和要求。

（八）讲好四川特色、天府韵味的降碳故事

《巴黎协定》将建立透明度框架、透明度安排作为重点内容之一。应对气候变化事关国际国内两个大局，增强透明度、讲好降碳故事，有利于调动公众和企事业单位参与降碳减排的积极性，并增强参与感和获得感，有利于绿色低碳产业招商引资和对外开放，有利于展现中国可持续发展、应对气候变化地方优良实践，有利于四川树立绿色形象、增强美誉度。一是谋划打造一批宣传平台和展示窗口。依托四川节能环保、新能源、新能源汽车等产业优势，举办高能级展览和高峰论坛，提升现有相关会展的影响力和国际化水平。将绿色低碳政策行动和成效纳入对外宣传和营销体系，实施“润物细无声”式的信息传导、理念传播。二是打造既分工又联动的宣传矩阵。发挥广播、电视、报纸杂志等传统媒体的作用，也创新运用新媒体、互联网等新传播方式，以融媒体促进气候变化和绿色低碳。强化川渝联动，提升传播能级。三是发挥研究机构、大型企业和民间组织的作用。鼓励研究机构、大型企业“走出去”“说出来”，以生动鲜活的实践增添低碳四川故事的广度、丰度。发挥环保组织、协会商会等民间组织的灵活性作用，生动呈现低碳转型行动和成效。四是开展面向公众的绿色低碳宣传。通过绿色低碳城市、商场、社区、公共机构等创建行动，拓展宣传要素，强化宣传绩效。

参考文献

- [1] 国家能源局. 2020年度全国可再生能源电力发展监测评价报告[R]. 2021.
- [2] 四川省统计局. 四川统计年鉴 2021[M]. 北京：中国统计出版社，2022.
- [3] 国家统计局. 中国统计年鉴 2021[M]. 北京：中国统计出版社，2022.
- [4] 向柳，文新茹. 以气候投融资体系化创新助推经济社会高质量发展[M]. 四川日报，2022-09-19（11）.

