

Practical Research on  
Low-Carbon Pilot Cities:  
Taking Wenzhou as an Example

# 低碳试点城市 实践研究

——以温州市为例

应苗苗 孙昌龙 戎建涛/著



科学出版社

# 低碳试点城市实践研究

——以温州市为例

**Practical Research on Low-Carbon Pilot Cities:  
Taking Wenzhou as an Example**

应苗苗 孙昌龙 戎建涛 著

科学出版社

北京

## 内 容 简 介

建设低碳城市是我国应对气候变化的重要发展战略,进入 21 世纪以来,我国先后确定包括温州在内的 42 个地区开展低碳省区和低碳城市试点工作,并取得了丰硕的成果,积累了大量的经验。本书以温州为例,研究编制温州市 2011~2016 年的温室气体排放清单,分析了温州市碳排放特征及趋势,在此基础上对碳排放峰值进行预测并提出总量控制措施,同时构建了碳减排任务指标分解体系。从低碳社区、低碳乡镇、低碳工业园区三个不同载体分别开展评价指标体系研究,重点对温州经济技术开发区建设低碳示范园区方案和郭公山低碳社区建设方案进行研究,最后对温州市金融中心提升低碳金融服务能力展开论述。

本书可供高等学校师生、相关专业科研人员与国内外相关领域专家、学者阅读,也可供政府决策部门参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

低碳试点城市实践研究:以温州市为例 = Practical Research on Low-Carbon Pilot Cities: Taking Wenzhou as an Example / 应苗苗, 孙昌龙, 戎建涛著. —北京: 科学出版社, 2019.5

ISBN 978-7-03-061176-5

I. ①低… II. ①应… ②孙… ③戎… III. ①节能-生态城市-城市建设-研究-温州 IV. ①X321.255.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 087343 号

责任编辑:刘翠娜 陈姝姝 / 责任校对:王 瑞

责任印制:吴兆东 / 封面设计:无极书装

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京建宏印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2019 年 5 月第 一 版 开本:720×1000 B5

2019 年 5 月第一次印刷 印张:14 3/4

字数:290 000

定价:128.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

## 前 言

随着哥本哈根世界气候大会的召开，围绕“低排放、低碳交通、低碳生活”的低碳城市建设受到关注。为应对气候变化，自2010年起，中国先后确定了包括温州在内的北京、上海、广州、深圳、杭州等42个地区开展低碳省区和低碳城市试点工作。2011年温州市编制了《温州市发展低碳经济及应对气候变化“十二五”规划》，2016年浙江省编制了《浙江省低碳发展“十三五”规划》，在规划的引领下，温州市围绕发展低碳产业、探索金融创新、优化能源结构、强化建筑节能、发展绿色交通、增加城市碳汇、提升科技支撑、倡导低碳生活等，稳步推进各项工作的开展。因此，如何全面研究低碳城市试点的实施效果，深入分析存在的问题，及时总结经验，为下一阶段低碳城市建设工作提供建议，对温州市的低碳发展具有重要意义。同时，作为国家低碳试点城市，开展低碳研究、建立并完善评估方法和标准体系对推进全国范围的低碳城市建设也具有典型意义。本书的主要内容如下。

第一，温州市温室气体排放清单编制研究。根据温州市实际情况，结合国家温室气体清单编制方法，研究编制完成《2011~2016年温州市市级温室气体排放清单报告》，包括能源活动、工业生产过程、农业活动、土地利用变化和林业、城市废弃物处理五大领域排放的二氧化碳（ $\text{CO}_2$ ）、甲烷（ $\text{CH}_4$ ）、氧化亚氮（ $\text{N}_2\text{O}$ ）、氢氟碳化物（HFCs）、全氟化碳（PFCs）和六氟化硫（ $\text{SF}_6$ ）六种温室气体清单。根据清单报告，分析温州市近年来的排放特征以及排放趋势，并提出了存在的问题。

第二，温州市碳排放峰值预测及总量控制措施研究。在全市温室气体排放清单编制的基础上，采用情景分析法，结合社会经济发展情况和重大项目影响，进一步预测温州市碳排放峰值以及达到峰值的年份。最后从产业、能源结构、建筑和交通等重点领域针对碳排放总量控制提出措施。

第三，研究建立区域碳减排任务指标分解体系。根据浙江省下达的单位GDP二氧化碳排放降低的约束性指标，以温室气体排放清单为依据，结合国内外主流碳减排任务分解方法，提出温州市碳排放指标分解方法，将碳减排任务科学合理地分配到各县（市、区）。

第四，建立温州市低碳社区、低碳乡镇、低碳工业园区评价指标体系。在分析国内外该项评价指标体系的基础上，结合温州实际建立一套全面反映低碳内涵

与特点的指标评价体系，包括低碳社区、低碳乡镇和低碳工业园区三个层面。

第五，研究温州经济技术开发区建设低碳示范园区方案。以温州经济技术开发区为例，在分析园区现有资源禀赋以及碳排放现状的基础上，针对园区的低碳化发展，从产业低碳化、能源低碳化、低碳金融、低碳管理平台和基础设施低碳化等方面提出园区低碳化的具体路径和对策建议。

第六，研究温州市郭公山低碳社区建设方案。选取居住相对集中、设施相对完善、群众基础较好的郭公山社区，分析该社区在低碳创建方面存在的问题，从公共设施、低碳行为、低碳管理和低碳技术等方面提出低碳社区的创建思路，最后提出创建低碳社区的保障措施。

第七，研究温州市金融中心提升低碳金融服务能力。分析低碳金融发展的历程，利用温州市金融综合改革试验区先行先试的政策优势，以温州金融集聚区建设为契机，提出温州低碳金融发展模式，并分析温州提升低碳金融服务能力路径。

文书共9章，应苗苗主要完成本书内容架构与第1~4章及第6章的撰写，孙昌龙主要完成第5章、第7~9章的撰写，戎建涛主要参与温州市温室气体排放清单编制及相关企业碳排放数据的获取、核算与整理。本书的完成也要感谢温州科技职业学院、河北经贸大学、温州市经济建设规划院、温州市低碳城市研究会、温州市发展和改革委员会、温州市经济和信息化局等单位的大力支持。本书也是浙江省哲学社会科学规划项目“浙江省低碳试点城市发展评估及对策研究(16NDJC138YB)”、“温州低碳城市建设评价及对策(15WSK235)”及“温州市农林渔生态系统增汇减排重点实验室(ZD201605)”等的主要成果。

应苗苗

温州科技职业学院

2019年4月22日

# 目 录

## 前言

|                       |    |
|-----------------------|----|
| 第 1 章 绪论              | 1  |
| 1.1 研究背景              | 1  |
| 1.2 研究意义与目标           | 2  |
| 1.2.1 研究意义            | 2  |
| 1.2.2 研究目标            | 3  |
| 1.3 研究内容和方法           | 3  |
| 1.3.1 研究内容            | 3  |
| 1.3.2 研究方法            | 5  |
| 第 2 章 国内外研究进展         | 6  |
| 2.1 低碳城市概念及内涵         | 6  |
| 2.1.1 低碳城市内涵          | 6  |
| 2.1.2 低碳城市的基本特征       | 6  |
| 2.2 低碳城市相关研究进展        | 7  |
| 2.2.1 城市与碳排放研究        | 7  |
| 2.2.2 中国的碳排放研究        | 9  |
| 2.2.3 碳排放情景预测模型       | 10 |
| 2.2.4 低碳城市发展模式研究      | 11 |
| 2.2.5 研究趋势展望          | 12 |
| 2.3 国内外低碳城市发展实践       | 12 |
| 2.3.1 国外低碳城市建设实践      | 12 |
| 2.3.2 国内低碳城市建设实践      | 16 |
| 2.3.3 国内低碳城市试点工作进展和成效 | 20 |
| 2.3.4 温州市低碳城市试点工作进展   | 22 |
| 第 3 章 温州市温室气体排放清单编制研究 | 23 |
| 3.1 温室气体排放清单编制原则      | 23 |

|            |                              |           |
|------------|------------------------------|-----------|
| 3.2        | 温室气体排放清单编制方法                 | 24        |
| 3.2.1      | 温州市能源活动领域温室气体排放清单编制方法        | 24        |
| 3.2.2      | 温州市工业生产过程领域温室气体排放清单编制方法      | 26        |
| 3.2.3      | 温州市农业活动领域温室气体排放清单编制方法        | 28        |
| 3.2.4      | 温州市土地利用变化和林业领域温室气体排放清单编制方法   | 30        |
| 3.2.5      | 温州市城市废弃物处理领域温室气体排放清单编制方法     | 32        |
| 3.3        | 温室气体排放清单编制结果                 | 34        |
| 3.3.1      | 温室气体排放特征分析                   | 34        |
| 3.3.2      | 温室气体排放趋势分析                   | 39        |
| 3.3.3      | 存在的问题                        | 41        |
| <b>第4章</b> | <b>温州市碳排放峰值预测及总量控制措施研究</b>   | <b>42</b> |
| 4.1        | 温州市经济社会环境发展情况                | 42        |
| 4.1.1      | 全市经济发展现状                     | 42        |
| 4.1.2      | 产业结构变化                       | 42        |
| 4.1.3      | 能源消费情况                       | 43        |
| 4.2        | 温州市碳排放峰值预判及方法                | 44        |
| 4.2.1      | 碳排放峰值相关条件的基本判断               | 44        |
| 4.2.2      | 经济新常态下温州发展新考量                | 48        |
| 4.2.3      | 确定峰值目标方案的基本方法学               | 51        |
| 4.3        | 温州市峰值目标情景分析                  | 52        |
| 4.3.1      | 高增长情景                        | 53        |
| 4.3.2      | 新常态情景                        | 56        |
| 4.3.3      | 低增长情景                        | 58        |
| 4.3.4      | 峰值目标建议                       | 60        |
| 4.4        | 碳排放总量控制措施建议                  | 61        |
| 4.4.1      | 培育低碳产业, 推进产业链优化升级            | 61        |
| 4.4.2      | 优化能源结构, 推广节能技术开发应用           | 62        |
| 4.4.3      | 强化建筑节能, 推动绿色建筑发展             | 63        |
| 4.4.4      | 发展绿色交通, 引导鼓励低碳出行             | 64        |
| <b>第5章</b> | <b>温州市碳减排任务指标分解体系研究</b>      | <b>66</b> |
| 5.1        | 各县(市、区)2005年、2012年碳排放核算结果及分析 | 66        |
| 5.1.1      | 各县(市、区)2005年、2012年能源活动碳排放核算  | 66        |

|              |                                    |            |
|--------------|------------------------------------|------------|
| 5.1.2        | 全市和各县(市、区)碳排放量核算结果分析               | 70         |
| 5.2          | 温州市各县(市、区)碳排放指标分解方案                | 72         |
| 5.2.1        | 国内外主流方法学借鉴                         | 72         |
| 5.2.2        | 温州市碳排放指标分解方法                       | 95         |
| 5.3          | 温州市各县(市、区)“十二五”碳排放指标分解             | 98         |
| 5.3.1        | 各县(市、区)“十二五”碳排放指标分解方法 IA           | 99         |
| 5.3.2        | 各县(市、区)“十二五”碳排放指标分解方法 IB           | 104        |
| 5.3.3        | “十二五”碳排放指标方案比较与建议                  | 110        |
| 5.4          | 温州市各县(市、区)“十三五”碳排放指标分解             | 112        |
| 5.4.1        | 各县(市、区)“十三五”碳排放指标分解方法 IB           | 113        |
| 5.4.2        | 各县(市、区)“十三五”碳排放指标分解方法 IIB          | 114        |
| 5.4.3        | “十三五”碳排放指标方案比较与建议                  | 120        |
| <b>第 6 章</b> | <b>温州市低碳社区、低碳乡镇、低碳工业园区评价指标体系研究</b> | <b>122</b> |
| 6.1          | 研究现状                               | 122        |
| 6.1.1        | 国外研究现状                             | 122        |
| 6.1.2        | 国内研究现状                             | 124        |
| 6.2          | 低碳社区评价指标体系研究                       | 126        |
| 6.2.1        | 低碳评价指标体系的构建原则                      | 126        |
| 6.2.2        | 低碳社区评价指标体系构建                       | 127        |
| 6.2.3        | 低碳社区评价指标分析                         | 135        |
| 6.3          | 低碳乡镇评价指标体系研究                       | 140        |
| 6.3.1        | 低碳乡镇评价指标体系的构建                      | 140        |
| 6.3.2        | 低碳乡镇评价指标分析                         | 145        |
| 6.4          | 低碳工业园区评价指标体系研究                     | 150        |
| 6.4.1        | 低碳工业园区评价指标体系构建                     | 150        |
| 6.4.2        | 低碳工业园区评价指标分析                       | 158        |
| 6.5          | 成果和建议                              | 163        |
| 6.5.1        | 成果                                 | 163        |
| 6.5.2        | 建议                                 | 163        |
| <b>第 7 章</b> | <b>温州经济技术开发区建设低碳示范园区方案研究</b>       | <b>165</b> |
| 7.1          | 园区总体情况                             | 165        |

|       |                  |     |
|-------|------------------|-----|
| 7.1.1 | 园区基本情况           | 165 |
| 7.1.2 | 园区创建低碳示范的工作基础    | 175 |
| 7.1.3 | 园区示范创建面临的形势      | 177 |
| 7.2   | 指导思想和主要目标        | 178 |
| 7.2.1 | 指导思想             | 178 |
| 7.2.2 | 基本原则             | 179 |
| 7.2.3 | 主要目标             | 179 |
| 7.3   | 主要任务             | 180 |
| 7.3.1 | 建设产业低碳化发展平台      | 180 |
| 7.3.2 | 建设能源低碳化发展平台      | 182 |
| 7.3.3 | 建设低碳金融发展平台       | 184 |
| 7.3.4 | 建设低碳管理平台         | 184 |
| 7.3.5 | 建设基础设施低碳化发展平台    | 186 |
| 7.4   | 园区创建效益分析         | 187 |
| 7.4.1 | 经济效益分析           | 188 |
| 7.4.2 | 环境效益分析           | 188 |
| 7.4.3 | 社会效益分析           | 188 |
| 7.5   | 保障措施             | 189 |
| 第 8 章 | 温州市郭公山低碳社区建设方案研究 | 191 |
| 8.1   | 创建基础             | 191 |
| 8.1.1 | 基本情况             | 191 |
| 8.1.2 | 基础设施             | 191 |
| 8.1.3 | 资源消耗             | 192 |
| 8.1.4 | 工作基础             | 192 |
| 8.1.5 | 减碳潜力及存在问题        | 193 |
| 8.2   | 低碳社区实施目标         | 194 |
| 8.3   | 主要任务             | 194 |
| 8.3.1 | 加强公共设施节能         | 194 |
| 8.3.2 | 大力培养低碳行为         | 195 |
| 8.3.3 | 全力打造低碳管理         | 196 |
| 8.3.4 | 适时应用低碳技术         | 196 |
| 8.4   | 保障措施             | 197 |

|                                  |     |
|----------------------------------|-----|
| 第 9 章 温州市金融中心提升低碳金融服务能力研究 .....  | 199 |
| 9.1 低碳金融发展背景 .....               | 199 |
| 9.1.1 低碳金融的演变历程 .....            | 199 |
| 9.1.2 金融参与低碳发展的理论分析 .....        | 200 |
| 9.2 温州低碳金融发展基础与必要性 .....         | 202 |
| 9.2.1 低碳金融服务能力现状 .....           | 202 |
| 9.2.2 提升低碳金融服务能力必要性 .....        | 202 |
| 9.2.3 低碳金融服务发展潜力 .....           | 203 |
| 9.3 温州低碳金融发展模式探索 .....           | 205 |
| 9.3.1 基于自主承诺的低碳金融模式 .....        | 206 |
| 9.3.2 基于排放约束的低碳金融模式 .....        | 211 |
| 9.3.3 温州低碳金融的模式选择 .....          | 215 |
| 9.4 温州提升低碳金融服务能力路径研究 .....       | 216 |
| 9.4.1 把握中心要素建设, 优化低碳金融生态环境 ..... | 216 |
| 9.4.2 拓宽低碳融资渠道, 创新低碳产业融资方式 ..... | 219 |
| 9.4.3 探索碳权交易机制, 加强低碳金融产品创新 ..... | 221 |
| 9.5 提升低碳金融服务能力的对策措施 .....        | 222 |
| 9.5.1 加强组织协调 .....               | 222 |
| 9.5.2 构建政策体系 .....               | 222 |
| 9.5.3 强化财政扶持 .....               | 223 |
| 9.5.4 加强区域协作 .....               | 223 |
| 参考文献 .....                       | 224 |

# 第 1 章

## 绪 论

### 1.1 研究背景

全球气候变化已对人类生存和发展带来了极大的挑战，大气中日益积累的二氧化碳等温室气体被认为是全球气候变暖的主要原因。工业革命以后，人类对化石燃料的使用规模空前，加剧了温室气体的排放，全球范围内开始出现诸如生态系统退化、土壤侵蚀加剧及生物多样性锐减等问题。控制温室气体排放成为全球共识，也是全球积极应对气候变化的有效策略。美国著名学者莱斯特·R·布朗在其“能源经济革命论”中提到了发展低碳经济的思想，他指出面对“地球温室化”的威胁，要转变传统的把化石燃料作为核心能源的经济，发展以太阳能、风能等清洁能源为核心的经济。2003年，为控制温室气体排放，英国在《我们未来的能源：创建低碳经济》白皮书中率先提出“低碳经济”的概念。

自“低碳经济”提出以来，全球各地都纷纷提出适宜本地区的低碳发展策略和目标。例如，英国政府提出，到2050年将二氧化碳排放量相对于1990年削减60%，并于2020年取得实质性的进展，到2020年可再生能源在能源供应中要占15%，将英国创建为低碳经济国；日本提出的温室气体减排目标是到2050年日本的温室气体排放量比2008年减少60%~80%；2007年，美国参议院提出了《低碳经济法案》，奥巴马总统上任后提出，大力发展生物质等可再生能源，催生一个新兴产业，带领美国经济走向复苏；中国承诺到2020年，单位GDP二氧化碳排放比2005年下降40%~45%。2014年中国和美国共同发表《中美气候变化联合声明》，宣布两国2020年后的行动目标：美国计划于2025年实现在2005年基础上减排26%~28%的全球经济范围减排目标并将努力减排28%；中国计划2030年左右二氧化碳排放达到峰值且将努力早日达到排放峰值，并计划到2030年非化石能源占一次能源消费比重提高到20%左右。为应对全球气候变暖问题、控制温室气体排放，低碳经济发展水平已逐渐成为21世纪不同国家和地区核心竞争力的重要体现。

城市是资源和能源消耗以及碳排放最集中的区域，低碳城市是全球应对气候变化的重要战略选择和行动载体。城市建筑、交通及工业部门能源消耗占世界的75%，温室气体排放量占世界的80%。中国作为一个发展中大国，正在经历着一个快速的城市化进程。截至2013年，中国的城市化率已达到53.7%，预计到2050年更要提高到70%以上。相关研究表明中国目前有85%的能源被城市消耗，85%的二氧化碳排放来自城市。快速城市化导致能源消耗量和温室气体排放量的急剧增加，成为过去几十年中国温室气体排放量增加的重要原因。因此，推动城市低碳发展是减少温室气体排放最具效力的方法。近年来，越来越多的中国城市、研究机构、非政府组织等开始关注低碳城市，其中一些已经开始在不同层面开展了低碳项目与活动。如何评估低碳城市建设效果已成为该领域的重要议题，也是城市未来制定低碳发展策略的重要依据。

为应对气候变化，自2010年起，中国先后确定了包括温州在内的北京、上海、广州、深圳、杭州等42个地区开展低碳省区和低碳城市试点工作。为加强战略规划对试点工作的引领，所有试点都把应对气候变化工作全面纳入本地区“十二五”规划，并编制完成了本地区的低碳发展规划或应对气候变化规划，明确提出了低碳发展的主要目标、指导思想、基本原则、重点任务及保障措施等。2011年温州市编制了《温州市发展低碳经济及应对气候变化“十二五”规划》。在《温州市发展低碳经济及应对气候变化“十二五”规划》的指引下，温州市围绕发展低碳产业、探索金融创新、优化能源结构、强化建筑节能、发展绿色交通、增加城市碳汇、提升科技支撑、倡导低碳生活等，稳步推进各项工作的开展。因此，全面研究低碳城市试点的实施效果，深入分析存在的问题，及时总结经验，为下一阶段低碳城市建设工作提供建议，对温州市的低碳发展具有重要意义。同时，作为国家低碳试点城市，开展低碳研究，建立和完善评估方法及标准体系，对推进全国范围的低碳城市建设具有典型意义。

## 1.2 研究意义与目标

### 1.2.1 研究意义

建设低碳城市是我国应对气候变化的重要发展战略，“十二五”期间，中国先后确定了包括温州在内的42个地区开展低碳省区和低碳城市试点工作，并取得

了丰硕的成果,积累了大量的经验。各试点地区编制的《应对气候变化和低碳发展“十二五”规划》是引领试点地区低碳城市工作开展的纲领性文件,对温州低碳城市试点开展研究,也是对低碳城市试点工作的重要总结。

低碳城市的研究内容新、涉及领域广、影响作用深,而开展低碳城市系统研究在近几年才逐步开始,如何构建动态、立体、系统的评估体系,科学评估低碳试点的实施效果,及时总结经验,为下一阶段低碳城市建设工作提供建议,已经成为我国推进低碳城市建设面临的重大课题。

目前,“十三五”已近末期,而开展低碳城市系统研究工作的试点地区还十分少见。作为我国低碳城市试点之一,温州市率先开展低碳试点研究,大大丰富了我国低碳城市试点工作的研究内容,为完善试点工作的管理体系和评估体系树立了典型。同时,温州市全面评价低碳试点的实施效果,深入分析存在的问题,及时总结经验,为下一阶段低碳城市建设工作提供建议,对温州市的低碳发展也具有重要意义。

## 1.2.2 研究目标

摸清温州市温室气体排放总量、分领域排放情况,先行试点建设低碳产业示范园区和低碳社区,全面提升温州市温室气体排放监督管理能力和低碳发展工作能力,积极为全国应对气候变化、降低碳强度、推进低碳发展积累经验。

# 1.3 研究内容和方法

## 1.3.1 研究内容

(1) 编制温州市温室气体排放清单。根据国家温室气体清单编制方法,研究编制完成温州市 2011~2016 年能源活动、工业生产过程、农业活动、土地利用变化和林业、城市废弃物处理五大领域排放的二氧化碳、甲烷、氧化亚氮、氢氟碳化物、全氟化碳和六氟化硫六种温室气体排放清单总报告以及各领域分报告,在此基础上进行特征和趋势分析。

(2) 温州市二氧化碳排放峰值预测及总量控制措施研究。在全市温室气体排放清单编制的基础上,结合经济发展水平和产业结构调整情况,进一步预测温州

市温室气体排放实现拐点的时间和峰值的可能范围。针对工业、能源、交通、建筑等温室气体排放量较大的领域，提出工业转型、能源优化、交通及建筑低碳化发展的具体路径，以及相应的政策措施，力争全市二氧化碳排放峰值尽可能早点出现。

(3) 研究建立碳减排任务指标分解体系。根据浙江省下达的单位生产总值二氧化碳排放降低的约束性指标，以温室气体排放清单为依据，对温州市各县（市、区）、部门、重点行业及企业的碳减排任务承受能力进行充分调研和科学分析，合理地将碳减排任务按年度分配到各县（市、区），分解落实碳排放控制目标。在指标分解中，将重点研究社会和经济过程中对指标产生影响的各种因素，确保分解指标的科学合理、控制得当。

(4) 开展温州市低碳社区、低碳乡镇、低碳工业园区评价指标体系研究，建立一套全面反映低碳内涵与特点的指标评价体系，有利于摸清温州市社区、乡镇和工业园区的低碳化建设水平，引导和促进社区、乡镇和工业园区低碳化发展，对于温州市低碳发展战略的实现有着重要的意义。

(5) 温州经济技术开发区建设低碳示范园区方案研究。结合工业园区产业导向和入园门槛，研究如何完善项目入园条件与管理流程，对入园企业进行“碳筛选”。针对重点行业和企业，研究和推广低碳技术，加快培育低碳示范企业。研究如何将低碳理念纳入开发区建设过程中，改善园区生态环境，提升共用服务设施利用水平等。研究推广合同能源管理，推动组建低碳节能联盟，促进在产业聚集过程中最大限度地降低资源能源消耗，降低环境成本，实现园区发展的低碳化、生态化和可持续化，探索循环经济与低碳发展的有机结合，在示范基础上进行推广。

(6) 重点低碳示范社区建设方案研究。选取居住相对集中、设施相对完善、群众基础较好的郭公山社区，研究如何加快既有建筑供热计量及节能改造，开展太阳能等可再生能源在建筑领域的应用示范和推广；研究开展水源热泵、地源热泵综合利用示范项目等，有效控制和降低建筑的碳排放，并形成可循环可持续发展的模式，以点带面示范推广，促进城市居民价值观念和生活、消费方式的变革。

(7) 温州市金融中心提升低碳金融服务能力研究。利用温州市金融综合改革试验区先行先试的政策优势，以温州金融集聚区建设为契机，通过推动温州市金融中心要素建设，探讨如何引导各类金融机构支持、参与温州低碳发展，并对温州民间资本如何参与低碳发展进行了有益探索，确立温州低碳金融发展核心，并从政府助力低碳金融发展，提升低碳金融服务能力的角度，提出相关政策建议。

### 1.3.2 研究方法

本书综合选用文献研究、理论研究、案例研究和实践研究。运用低碳经济理论、生态经济学、人地关系协调理论、城市经济学和城市可持续发展理论等基本理论和方法,采取理论分析与实证分析、定性与定量分析相结合的方式研究温州低碳城市试点建设。采用的具体方法如下。

#### 1) 能源碳排放计算方法

本书能源消费碳排放特征中,能源消费碳排放估算是基于《IPCC 国家温室气体清单指南》,即碳排放量 $=\sum(\text{能源 } i \text{ 的消费量} \cdot \text{能源 } i \text{ 的排放系数})$ ( $i$ 为能源种类)。由于各个国家和地区的能源统计核算方法不同,在本书实际应用中拟做适当修正。

#### 2) 可计算的一般均衡(CGE)模型

这类模型基于微观经济学原理构建经济代理人的行为,能够模拟不同行业或部门之间复杂的、基于市场的相互作用关系,其特点是在模型中引入“均衡”和“市场”,模拟生产要素市场、产品市场、资本市场等关系。这类模型的优点是对经济系统的描述比较详细,模型的解包括了市场出清价格、部门的产出、投资、就业、外贸、二氧化碳排放等,并且还可以模拟碳税等经济政策在经济活动中的影响。但这种模型的一大缺点是不能对能源系统做详细的描述,从而不能了解减排技术选择的细节;模型的部分参数估值的有效性问题是该类模型的另一大缺点。

#### 3) 层次分析法

将与决策有关的元素分解成目标、准则、方案等层次,并在此基础上进行定性和定量分析。特点是在对复杂决策问题的本质、影响因素及其内在关系等进行深入分析的基础上,利用较少的定量信息使决策的思维过程数学化,从而为多目标、多准则或无结构特性的复杂决策问题提供简便的决策方法。尤其适合于对决策结果难以直接准确计量的场合。

# 国内外研究进展

## 2.1 低碳城市概念及内涵

### 2.1.1 低碳城市内涵

低碳城市就是通过在城市发展低碳经济，创新低碳技术，倡导和践行低碳生活方式，最大限度地减少城市的温室气体排放，改进以往大量生产、大量消费和大量废弃的社会经济运行模式，形成结构优化、循环利用、能效较高的经济体系，形成健康、节约、低碳的生活方式和消费方式，最终实现城市的高效发展、清洁发展、低碳发展和可持续发展。

### 2.1.2 低碳城市的基本特征

#### 1) 经济性

经济性是指以最少的资源和能源投入，换取最大的经济产出，也就是经济的高效化和集约化。要实现低碳城市的经济低碳化、高效化和集约化目标，需要不断优化产业结构，改进生产工艺，促进技术创新，提高经济效益。

#### 2) 安全性

低碳城市是在应对气候变化的背景下产生的，气候变化通常表现为海平面上升、土地盐渍化、环境污染、粮食减产、生态恶化和极端天气频发等，直接威胁到人类社会的生存和发展。因此，建设低碳城市是实现粮食安全、生态安全、经济安全和社会安全的保障。

#### 3) 系统性

低碳城市是由经济、社会、人口、科技、资源和环境等子系统组成的、时空尺度高度耦合的复杂动态开放巨系统。低碳城市的建设应从城市空间结构、能源

利用方式、居民生活方式、法律体制等多方面进行综合推进。

#### 4) 动态性

动态性是指低碳目标不是凝固的,而是要不断地调整,不断地适应变化的情况。零碳化是低碳城市追求的终极目标,但这在短期内是很难实现的,在不同时期其目标定位不同。

## 2.2 低碳城市相关研究进展

### 2.2.1 城市与碳排放研究

#### 1. 城市能源消费与碳排放

由于能源消耗是城市碳排放的主要排放途径,因此对能源使用的碳排放途径及排放清单的研究对于了解区域城市碳过程具有重要意义,该方面的研究也比较广泛。20世纪人类社会能源消耗量增加了16倍,二氧化碳排放量增加了10倍(Crutzen, 2000)。大部分高碳排放的亚洲国家二氧化碳排放量与能源消费量的增加趋势基本一致(Sissiqi, 2000)。结合齐玉春和董云社(2004)的研究,城市能源消费产生的碳排放主要来源于以下四个方面:一是工业和电力生产中的化石能源消费;二是燃料在加工、运输与使用过程中的泄漏和挥发;三是交通工具使用造成的碳排放;四是居民家庭生活的化石能源使用。

#### 2. 家庭生活与碳排放

美国学者Edward和Matthew(2010)比较系统地对城市家庭生活碳排放的核算方法体系与应用进行了研究,其选取美国10个典型大城市中心与郊区为案例,对单位家庭交通、采暖、空调等生活能耗进行了实证研究,并且按照单位二氧化碳排放折算成43美元的经济成本核算,从经济学角度,合理地提出了实现城市低碳化发展的对策建议。英国学者Chris(2007)通过对英国家庭生活中碳基能源的统计,把居民各种生活支出与物资消耗定量转化为二氧化碳排放,展示了英国家庭生活碳排放的现状与未来情景,指出应迫切改变现状生活方式,并有针对性地提出英国居民生活的低碳标准。