

人民日报学术文库

# 北京市碳足迹影响因素、削减潜力及 低碳发展策略研究

柯水发◎著

人民日报出版社

人民日报学术文库

北京市碳足迹影响  
因素、削减潜力及  
低碳发展策略研究

柯水发◎著

人民日报出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

北京市碳足迹影响因素、削减潜力及低碳发展策略研究 /

柯水发著. —北京: 人民日报出版社, 2015. 12

ISBN 978-7-5115-3580-1

I. ①北… II. ①柯… III. ①二氧化碳—排气—研究  
—北京市②绿色经济—区域经济发展—研究—北京市  
IV. ①X511②F127.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 016031 号

书 名: 北京市碳足迹影响因素、削减潜力及低碳发展策略研究

著 者: 柯水发

---

出 版 人: 董 伟

责任编辑: 万方正

封面设计: 中联学林

---

出版发行: 人民日报出版社

社 址: 北京金台西路 2 号

邮政编码: 100733

发行热线: (010) 65369527 65369846 65369509 65369510

邮购热线: (010) 65369530 65363527

编辑热线: (010) 65369844

网 址: [www. peopledaily.com](http://www.peopledaily.com)

经 销: 新华书店

印 刷: 北京天正元印务有限公司

---

开 本: 710mm × 1000mm 1/16

字 数: 368 千字

印 张: 20.5

印 次: 2016 年 3 月第 1 版 2016 年 3 月第 1 次印刷

---

书 号: ISBN 978-7-5115-3580-1

定 价: 78.00 元

作者简介

**柯水发** 现任中国人民大学农业与农村发展学院副教授、博士生导师。北京林业大学经济管理学院管理学博士，中国社会科学院农村发展研究所博士后，美国纽约州立大学环境科学与林业学院（SUNY-ESF）访问学者。主要研究领域：绿色经济与生态建设、林业经济政策。主持国家社会科学基金项目、中国博士后科学基金面上项目、北京市自然科学基金项目等多项科研课题研究。曾参与国家社科基金重大项目、国家科技支撑项目、亚洲开发银行林业技术援助项目等二十余项课题研究。在国内外期刊发表学术论文八十多篇，已出版专著2部，主编教材3部，参译著作1部。

北京市自然科学基金项目“北京市碳排放影响因素、  
削减潜力及低碳发展策略研究”（批准号：9132012）

## 课题组成员

课题负责人：柯水发

课题主要参加人员(按姓氏笔画排列)：

王 亚	王庭秦	田 琪	付亚菲	朱烈夫
刘爱玉	刘 娟	刘博雅	江 颖	孙云曼
杜 锐	李红勋	李 彪	杨海琳	吴若然
阿路思	陈 冰	陈 盼	陈奕钢	陈章纯
金萌萌	周 漫	赵可可	赵铁珍	柯水发
侯圣清	侯婷艳	骆云飞	钱煜然	徐健贤
高 菲	崔馨月	梁文远	董 雪	赖清华
臧志成	裴 云	缪金凯	潘 涛	戴 瑶

# 目 录

## CONTENTS

第一章 绪 论 .....	1
1.1 研究背景	1
1.2 研究目标和研究内容	3
1.3 主要研究方法	4
1.4 数据资料来源	6
1.5 主要研究价值	6
第二章 国内外碳足迹研究综述 .....	8
2.1 关于碳足迹的界定	8
2.2 关于碳足迹测算	10
2.3 关于碳足迹评估标准	11
2.4 国内外碳足迹应用研究状况	13
2.5 碳减排影响因素的研究状况	16
2.6 北京低碳发展及相关研究状况	17
2.7 评述小结与启示	19
第三章 北京市低碳行动状况及低碳发展水平评价 .....	21
3.1 北京市碳减排政策出台与各部门低碳行动状况	21
3.1.1 国家相关政策	21
3.1.2 北京市相关政策出台状况	23
3.1.3 北京市各部门的低碳行动状况	26
3.2 基于脱钩理论的北京市能源、资源环境与经济发展变化分析	35

3.2.1	脱钩理论及指标选取	35
3.2.2	北京市能源消耗、资源投入、环境变化与经济发展状况	38
3.2.3	北京市能源、资源和环境与经济发展的脱钩关系分析	43
3.2.4	结论与启示	47
3.3	基于层次分析法的北京市低碳发展水平评价	48
3.3.1	文献研究基础	49
3.3.2	评价指标体系构建	51
3.3.3	评价结果与讨论	54
3.3.4	结论和启示	58
<b>第四章</b>	<b>北京市碳足迹状况及影响因素分析</b>	<b>59</b>
4.1	近十年北京市主要行业碳足迹测算分析	59
4.1.1	测算范围与数据来源	59
4.1.2	测算结果分析	61
4.1.3	小结	65
4.2	北京市各区县碳足迹测算分析与启示	66
4.2.1	计算范围与数据来源	66
4.2.2	北京市各区县碳足迹测算分析	67
4.2.3	北京市四个区县碳足迹对比分析	69
4.2.4	小结	75
4.3	北京市工业能源消耗碳排放分析	75
4.3.1	分析方法与数据来源	76
4.3.2	北京市工业能源消费及碳排放分析	76
4.3.3	北京市工业能源消耗及碳排放变化成因分析	81
4.4	北京市农业碳足迹测算与分析	82
4.4.1	农业碳足迹测算方法和框架	82
4.4.2	农业碳足迹测算	84
4.4.3	总排放量分析	94
4.5	建筑业生命周期碳足迹分析:以北京某建筑为例	96
4.5.1	北京市历年建筑行业碳排放	97
4.5.2	建筑生命周期评价原理与方法	98
4.5.3	微观建筑生命周期碳排放评估模型的应用: 以北京某住宅建筑为例	106



- 4.5.4 建筑全生命周期碳排放的比较与分析 113
- 4.5.5 小结 114
- 4.6 基于 STIRPAT 模型的北京市碳足迹影响因素分析 115
  - 4.6.1 模型选择、指标选取与数据来源 115
  - 4.6.2 模型各变量描述性统计分析 117
  - 4.6.3 计量分析结果与讨论 121

**第五章 不同视角下的碳减排情景及潜力分析 ..... 124**

- 5.1 基于能源消费的碳足迹变化及减排潜力分析 124
  - 5.1.1 基础理论 124
  - 5.1.2 北京市能源消费结构及其变化状况 125
  - 5.1.3 北京市能源消费碳足迹测算及分析 129
  - 5.1.4 北京市能源消费减排潜力分析 131
- 5.2 基于交通运输业的碳排放情景及减排潜力分析 133
  - 5.2.1 北京市交通运输业发展现状 133
  - 5.2.2 北京市交通运输业碳排放分析 137
  - 5.2.3 北京市交通运输业减排情景及潜力分析 141
  - 5.2.4 小结与启示 146
- 5.3 人口视角下的北京市碳减排情景及路径分析 147
  - 5.3.1 2005 年—2012 年北京市人口变化情况 148
  - 5.3.2 人口变化对碳排放量的影响机理分析 150
  - 5.3.3 碳减排潜力情景分析 151
- 5.4 基于房地产业的碳减排情景及潜力分析 155
  - 5.4.1 北京市房地产业发展及政策现状 156
  - 5.4.2 北京市房地产业碳排放分析 159
  - 5.4.3 北京市房地产减排情景分析 165
  - 5.4.4 启示 168
- 5.5 北京市旅游业碳足迹及减排潜力分析 169
  - 5.5.1 文献研究基础 169
  - 5.5.2 北京市旅游消费剥离系数测算 174
  - 5.5.3 北京市旅游碳排放测算 179
- 5.6 北京市第三产业碳足迹及减排潜力分析 181
  - 5.6.1 北京市产业结构状况及政策演进 182

- 5.6.2 北京市第三产业碳足迹测算及分析 186
- 5.6.3 北京市第三产业碳减排潜力分析 189
- 5.7 北京市碳减排总体潜力预测分析 191

## 第六章 国外及典型城市低碳发展经验借鉴 ..... 193

- 6.1 英国及典型城市伦敦的低碳发展状况 193
  - 6.1.1 英国低碳发展状况 193
  - 6.1.2 英国低碳经济发展与碳排放关系分析 196
  - 6.1.3 伦敦低碳行动与碳排放状况 198
- 6.2 美国及典型城市纽约的低碳发展状况 200
  - 6.2.1 美国低碳发展战略和目标 200
  - 6.2.2 美国碳排放权交易市场发展状况 203
  - 6.2.3 美国低碳发展策略取得的成效 205
  - 6.2.4 美国纽约的低碳发展策略 208
- 6.3 德国及典型城市的低碳发展状况 211
  - 6.3.1 德国低碳经济发展的现状 212
  - 6.3.2 德国低碳发展的两大因素 214
  - 6.3.3 德国低碳城市建设经验 216
- 6.4 韩国及典型城市的低碳发展状况 219
  - 6.4.1 低碳绿色增长策略目标与内容 219
  - 6.4.2 韩国实施低碳绿色增长策略的政策措施 223
  - 6.4.3 低碳绿色增长策略的实施成效 227
  - 6.4.4 典型城市低碳发展状况 229
- 6.5 日本及典型城市东京的低碳发展状况 231
  - 6.5.1 日本低碳经济发展状况 231
  - 6.5.2 日本发展低碳经济的措施 232
  - 6.5.3 东京低碳城市建设状况 234
- 6.6 国外低碳发展经验借鉴 236

## 第七章 北京市低碳发展策略及支持体系 ..... 239

- 7.1 基于不同视角的北京市低碳发展策略 239
  - 7.1.1 改造工业企业的碳减排策略 239
  - 7.1.2 发展低碳农业和林业的碳减排策略 241

7.1.3	第三产业的碳减排策略	244
7.1.4	旅游业的碳减排策略分析	245
7.1.5	能源消费的碳减排策略	249
7.1.6	人口视角下的碳减排策略	251
7.1.7	低碳生活视角下的碳减排策略	253
7.2	基于市民调查的北京低碳发展认知、行为及策略选择分析	255
7.2.1	调查说明及样本特征	255
7.2.2	北京市市民对低碳生活认知及行为分析	256
7.2.3	北京市市民对低碳发展策略的认知及选择分析	258
7.2.4	调查小结	262
7.3	保障北京市低碳发展的支持体系建设	263
7.3.1	低碳投资体系建设	263
7.3.2	低碳科技创新及应用体系	267
7.3.3	碳交易市场体系建设	278
<b>第八章</b>	<b>主要研究结论</b>	<b>282</b>
<b>参考文献</b>		<b>286</b>
<b>附录:调查问卷</b>		<b>310</b>
<b>致 谢</b>		<b>313</b>

# 第一章 绪论

## 1.1 研究背景

气候变暖是全球十大环境问题之首。而气候变暖的罪魁祸首就是温室气体,大量温室气体的排放引起全球变暖问题日益严重,发展低碳经济已成为全球共识(庄智,2011)。由于生产及生活过程中以二氧化碳为主的温室气体大规模排放,全球温室效应日益严重,逐渐危害到了人类正常的发展,在这样的背景下,各国政府就二氧化碳排放量达成了《联合国气候变化框架公约》(1992年)和《联合国气候变化框架公约的京都议定书》(1997年),旨在通过规定发达国家以及发展中国家生产生活中所能排放的二氧化碳气体重量来限制甚至减轻温室效应的日益严重化。2003年英国政府发布能源白皮书《我们能源的未来:创建低碳经济》,第一次从国家层面上肯定了低碳经济发展道路,此后,低碳经济革命在各国陆续展开。2007年12月巴厘路线图达成。2009年12月,超过130位国家和国际组织领导人出席了哥本哈根气候变化大会,许多国家已把应对全球气候变化和发展低碳经济作为各国的战略任务。

中国作为发展中国家,目前已经成为全球第二大经济体。经济的快速发展和人民消费水平的提高已经成为中国二氧化碳等温室气体排放量逐年增大的重要原因。中国作为经济快速增长的发展中大国,温室气体排放总量已成为全球第一,人均排放达到世界平均水平。根据《联合国气候变化框架公约的京都议定书》条款中对发展中国家温室气体排放的规定,中国须达到相对减排的标准,即单位产值的温室气体排放量呈现递减的趋势。时任国家主席胡锦涛于2009年在联合国气候变化峰会上指出,中国将进一步加强节能、提高能效工作,大力发展绿色经济,积极发展低碳经济和循环经济。

基于全球对于各国温室气体排放的硬性规定以及国内对于低碳发展、绿色发

展的内在要求,中国政府在《“十一五”规划》中提到要建设资源节约型、环境友好型社会,并且纲要中强调了对造成二氧化碳等温室气体排放的主因——能源使用方面的要求:强化能源节约和高效利用的政策导向,加大节能力度。通过优化产业结构,特别是降低高耗能产业比重,实现结构节能;通过开发推广节能技术,实现技术节能等。在《“十二五”规划》中提到加快建设资源节约型、环境友好型社会,提高生态文明水平。通过将低碳发展、绿色发展列入国家发展纲要中突出了资源节约型、环境友好型发展的重要性。

北京作为国际大都市,走低碳发展之路是建设绿色北京的必然需要。北京市温室气体的主要排放源来自能源消费,主要为二氧化碳。北京市在成功举办奥运会后提出了建设“人文北京、科技北京、绿色北京”的发展目标。根据《绿色北京行动计划(2010—2012)》,北京市提出全面践行绿色发展理念,深入转变发展方式,进一步推动“绿色北京”建设。“十一五”期间北京市开展了一系列低碳发展行动,能源效率不断提高,清洁优质能源比重达到67%,2000年以来北京以6%左右较低的能耗增长支撑了12%左右较高的经济发展速度,万元GDP能耗水平始终在全国保持领先地位,第三产业比重达到73%,为北京下一步的低碳发展奠定了良好的基础(高新宇等,2010)。

2009年11月25日,温家宝总理主持召开国务院常务会议,决定2020年中国单位国内生产总值CO<sub>2</sub>排放比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。北京市据此提出“十二五”期间应对气候变化的低碳目标指标,即到2015年,单位国内生产总值CO<sub>2</sub>排放比2005年下降30%,森林覆盖率比2010年提高1.67%,非化石能源占一次能源消费的10%。“十二五”和“十三五”时期对首都北京来说,既是后奥运时代、后工业化社会时代,也是发展低碳经济、低碳社会、建设低碳城市的关键时代,是建设节约型城市的重要时期(张贵祥,2011)。

北京市作为我国首都城市,在物质文明、精神文明、社会文明、政治文明、生态文明方面对全国其他城市都具有表率作用,在低碳发展,限制温室气体排放方面也因如此。同时环境污染日益严重的现实也在考验着北京目前的发展方式。2013年1月12日开始北京市出现了非常严重的雾霾天气,污染程度重且持续时间长。造成雾霾天气的主要原因是二氧化碳气体的大量排放且区域内空气流通不畅,二氧化碳同样也是温室气体的主要成分。全球以及我国对于控制二氧化碳等气体排放的要求及规定,北京市面临的具体环境问题和现实问题都迫使北京市正视目前高能耗、高污染、高排放的现状,期望通过调整经济发展模式、居民生活观念等方法使北京市回归低碳发展、绿色发展的道路。北京市政府先后公布《北

北京市“十二五”时期绿色北京发展建设规划》以及《北京市“十二五”节能减排全民行动计划》具体落实低碳发展道路。因此通过研究北京市二氧化碳排放量即碳足迹及其影响因素,分析这些影响因素对北京市碳足迹的影响程度以及结合对北京市居民关于北京市碳减排政策的意愿调查结果对北京市减少碳足迹、实现低碳发展提供具有针对性且切实可行的政策显得尤为重要。

## 1.2 研究目标和研究内容

### 1. 研究目标

本研究的主要目标如下:(1)揭示北京市碳足迹变化机理,总结北京市低碳发展水平及特点;(2)实证分析北京市碳足迹的影响因素,确定北京市碳足迹变化的关键影响因子;(3)分析北京市碳足迹削减的潜力,确定低碳发展的可行路径;(4)较为系统地提出北京市低碳发展的一系列相应策略。从而在实现上述研究目标的基础上,为北京低碳发展提供理论参考和决策支持。

### 2. 主要研究内容

本研究将从北京碳足迹状况、哪些因素影响碳足迹、碳足迹削减的潜力如何、国外有哪些低碳发展经验可以借鉴,以及北京该制定怎样的低碳发展策略等研究视角层层深入,以揭示北京低碳发展的机理。具体研究内容包括:(1)梳理总结北京低碳发展状况,分析近十年来的北京及各区县碳足迹发展变化及特点;(2)基于STIRPAT回归模型实证分析北京碳足迹变化的相关影响因素,如人口、GDP、生产部门能源强度、居民生活能源强度、城市化水平、产业结构等,分析各影响因素对碳足迹的影响程度。(3)基于统计数据,分析能源消费、人口调节、交通运输业、房地产业、旅游业、第三产业等不同视角下的碳足迹减排情景和削减潜力。(4)较为系统地梳理了英国、美国、德国、韩国和日本及主要典型城市的低碳发展状况,总结了其低碳经济发展经验及对中国的借鉴。(5)基于市民调查对北京市民的低碳生活行为、低碳发展认知和低碳策略选择偏好进行了分析,并结合前文研究,基于工业部门、第三产业部分、农林部门、旅游部门等不同部门视角提出了相应的低碳发展策略,并提出了保障北京低碳发展的投资体系、科技创新及应用体系,以及碳交易市场体系,并提出了相应的对策建议。具体研究内容及技术路线见图1-1所示。

### 1.3 主要研究方法

本研究采用了文献研究法、实地调研法、统计分析法、计量分析法等。

(1)文献研究方法。本研究中开展了大量的文献研究工作,重点查阅梳理了国内外关于碳足迹和北京市碳足迹的研究文献,以及北京市低碳发展的相关规划、统计年鉴和相关文件,以及其他低碳发展典型代表国家和典型城市的低碳发展研究材料。

(2)实地调研法。本研究在项目实施期间实地调查访谈了林业、农业、能源、交通等相关部门。本研究于2015年1月至3月间,在北京及周边地区展开实地调查,收集有效问卷595份,为实证分析奠定了基础。

(3)统计分析法。本研究中基于所搜集整理的统计数据 and 问卷数据,进行了较为系统的统计分析。

(4)计量分析方法。在测算北京市低碳发展水平时,采用了专家判断法和层次分析方法技术构建了低碳发展指数,在文献研究基础上,设计了一套评价指标体系,包括经济、能源、环境、社会、交通、生活消费、科技等7个子体系,相比于前人的研究,指标的选取更为系统。在测算北京市碳足迹时主要运用了IPCC的碳足迹测算模型,在进行建筑业碳足迹分析时,运用了生命周期碳足迹测算模型,在进行碳足迹影响因素分析时,采用了STIRPAT回归模型。

本研究基于IPCC碳足迹测算方法采用改进后的城市碳足迹测算模型。具体如下:

$$CFP = T_c / p \times \frac{44}{12} = \left[ \sum_{i=1}^n [(C_i F_i) \times V_i] \right] / P \times \frac{44}{12}$$

其中, $i$ 为能源种类; $E_i$ 为第*i*种能源的消耗量,将能量单位换算为标准煤; $V_i$ 为第*i*种能源的碳排放系数; $C_i$ 为第*i*种能源的实际消耗量; $F_i$ 为各类能源折算成标准煤的系数; $T_c$ 为总的碳排放量(tC);44/12为碳当量折算为CO<sub>2</sub>当量系数; $P$ 为城市总人口数;CFP为城市碳足迹(tCO<sub>2</sub>)。能源折算成标准煤的系数来自国标GB/T 2589-2008综合能耗计算通则。各种能源的碳排放系数来自IPCC碳排放指南。

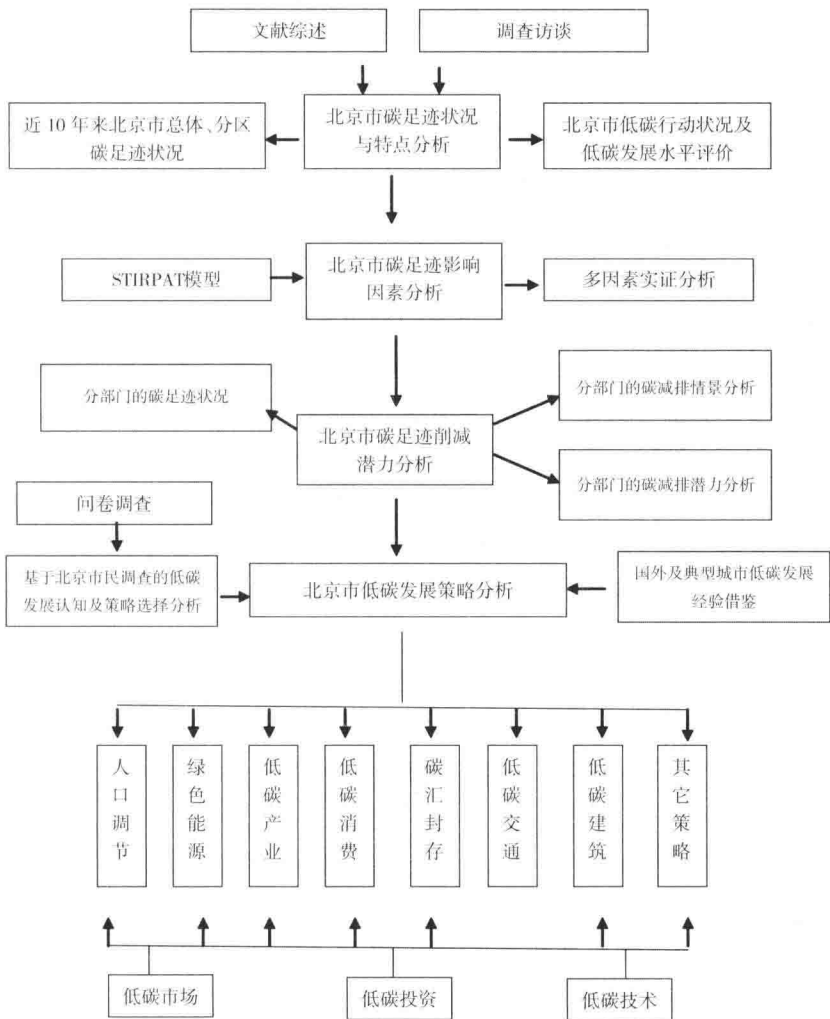


图 1-1 研究思路框架图

(5) 其他方法

此外,本研究还采用了碳减排情景分析法和潜力预测分析法。在借鉴国外低碳发展经验时,采用了比较分析方法和历史分析方法等。



## 1.4 数据资料来源

本研究的主要数据资料来源包括：

### 1. 二手资料

二手资料主要包括：《北京统计年鉴》(2003—2014)；《北京市区域统计年鉴》(2006—2012)；《中国能源统计年鉴》(2003—2014)；政府间气候变化专门委员会(IPCC)数据资料；其它资料来源，如北京市相关发展规划、各相关网站中外文材料等。本研究较为系统地搜集了近十年的北京市能源数据、工业及第三产业发展数据、交通运输业数据、建筑及房地产业数据、旅游业发展数据、农林业发展数据、人口数据等，同时还搜集了英国、美国、德国、日本和韩国的低碳发展数据资料，形成了宝贵的数据系统。并基于这些核心数据，开展了相应的统计分析和量化分析。此外，本研究通过部门访谈和相关部门网站资料搜集查阅，较为系统地梳理了北京低碳发展政策，以及各部门的低碳发展行动及政策。

### 2. 实地调查的一手数据

深度访谈于2014年9月—10月间开展，访谈对象共30位，具体包括5位从事低碳生活领域研究的教师或博士，10名对低碳或环境等有一定知识储备的大学生，5位社区(小区、学校、街道办等)的领导或者基层干部，10位生活在北京的居民。

本研究于2015年1月至3月，在北京及周边地区展开正式调查，收集有效问卷595份问卷。获得了一些一手调查问卷数据，形成了具有一定价值的城市居民低碳生活认知、行为及策略选择的调查数据系统，为本研究的量化研究和北京市低碳策略研究提供了重要的支撑。

## 1.5 主要研究价值

### 1. 理论价值

本研究旨在测算北京市碳足迹变化状况，分析碳足迹的影响因素，分析碳减排潜力，并提出相应的低碳发展策略，属前沿性、交叉性和应用基础性研究选题。本研究对于丰富我国的低碳经济发展理论，构建我国的碳足迹分析理论体系具有积极的意义。