



北京市碳排放的格局变化 与驱动因子研究

张 旺◎著

Beijingshi Tanpaifang De Geju Bianhua
Yu Qudong Yinzi Yanjiu

新 华 出 版 社

北京市碳排放的格局变化 与驱动因子研究

张 旺◎著

Beijingshi Tanpaifang De Geju Bianhua

Yu Qudong Yinzi Yanjiu

新 华 出 版 社

图书在版编目(CIP)数据

北京市碳排放的格局变化与驱动因子研究 / 张旺著

. —北京: 新华出版社, 2017. 2

ISBN 978 - 7 - 5166 - 3069 - 3

I. ①北… II. ①张… III. ①节能—生态城市—城市建设—研究—北京 IV. ①X321.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 044462 号

北京市碳排放的格局变化与驱动因子研究

作 者: 张 旺

责任编辑: 雒 悦

封面设计: 博克思文化

出版发行: 新华出版社

地 址: 北京石景山区京原路 8 号

邮 编: 100040

网 址: <http://www.xinhupub.com>

<http://press.xinhuanet.com>

经 销: 新华书店

购书热线: 010 - 63077122

中国新闻书店购书电话: 010 - 63072012

照 排: 博克思文化

印 刷: 北京天正元印务有限公司

开 本: 710 × 1000mm

印 张: 13

字 数: 262 千字

版 次: 2017 年 4 月第一版

印 次: 2017 年 4 月北京第一次印刷

书 号: ISBN 978 - 7 - 5166 - 3069 - 3

定 价: 40.00 元

图书如有印装问题, 请与印刷厂联系调换

电话: 010 - 52860926

目 录

第一章 绪 论	1
1.1 选题背景	1
1.1.1 国际背景	1
1.1.2 国内背景	3
1.1.3 案例城市背景	4
1.2 选题目的与意义	5
1.2.1 选题目的	5
1.2.2 选题意义	6
1.2.3 案例城市选择的典型意义	8
1.3 研究目标与研究内容	10
1.3.1 研究目标	10
1.3.2 研究内容	10
1.4 研究方法与技术路线	11
1.4.1 研究方法	11
1.4.2 技术路线	12
第二章 国内外研究进展	14
2.1 城市碳排放格局及其变化	14
2.1.1 城市碳排放的时空格局	14
2.1.2 城市空间变化影响碳排放	15
2.1.3 基于 LUCC 的城市碳排放	15
2.1.4 城市碳排放的综合构成	17
2.1.5 城市碳循环与碳平衡	18
2.2 城市碳排放的驱动因子	18
2.3 城市碳减排的调控路径	19
2.3.1 低碳城市的规划先行	19
2.3.2 城市碳减排的路径选择	20
2.3.3 城市碳减排的政策与管理	22

2.4 城市碳排放研究的模型与方法	23
2.5 案例城市的碳排放研究	23
2.6 国内外研究述评	24
第三章 原理基础与理论框架	35
3.1 相关概念界定	35
3.1.1 碳源、碳汇和碳库	35
3.1.2 碳循环与碳代谢	35
3.1.3 碳通量与碳储量	36
3.1.4 土地利用/覆盖变化(LUCC)	37
3.1.5 能源耗费、能源强度与碳排放强度	38
3.1.6 城市低碳发展与低碳城市	38
3.2 相关原理基础	39
3.2.1 人地关系理论	39
3.2.2 低碳经济理论	41
3.2.3 环境库茨涅茨曲线假说理论	42
3.2.4 资源环境承载力理论	43
3.2.5 可持续发展理论	43
3.2.6 系统科学理论	44
3.3 研究理论框架	45
3.4 本章小结	47
第四章 北京市概况	50
4.1 自然地理条件概况	50
4.1.1 地理位置与面积	50
4.1.2 地貌类型与海拔	50
4.1.3 气温与降水简况	51
4.1.4 水资源利用概况	51
4.1.5 天然植被类型与分布	52
4.2 经济社会发展简况	52
4.2.1 人口与就业情况	52
4.2.2 经济发展水平	53
4.2.3 交通与城建现状	53
4.3 资源环境瓶颈制约	54
4.3.1 水资源量严重短缺	54
4.3.2 水土流失仍较严峻	56
4.3.3 能源供需矛盾加剧	56

4.3.4 垃圾处理问题突出	60
4.3.5 污染防治任务繁重	61
4.4 本章小结	62

第五章 北京市碳排放的时空格局变化分析

5.1 北京市温室气体排放的时序变化	63
5.1.1 温室气体排放的计算方法	63
5.1.2 数据来源与处理说明	65
5.1.3 计算结果与实证分析	66
5.2 基于 LUCC 的碳排放时空格局分析	71
5.2.1 基于 LUCC 的碳排放面板数据时序变化	71
5.2.2 基于 LUCC 的碳排放空间格局及其变化	75
5.2.3 基于 LUCC 的碳排放时空格局合理性评估	82
5.3 基于生产力的碳汇量度及其变化	83
5.3.1 研究方法	83
5.3.2 结果分析	86
5.4 北京市辖区的碳排放及其变化	91
5.4.1 估算方法	91
5.4.2 数据来源	91
5.4.3 各区碳排放净量的估算分析	93
5.4.4 各区低碳发展水平的比较	96
5.5 本章小结	98

第六章 北京市碳排放的结构分析与水平比较

6.1 北京市生产侧碳排放的结构分析	101
6.1.1 估算方法与数据来源	101
6.1.2 生产侧能源碳排放的结构与变化	102
6.2 北京市碳排放水平的比较分析	105
6.2.1 碳排放强度的比较	105
6.2.2 人均碳排放的比较	106
6.2.3 碳排放密度的比较	106
6.2.4 碳排放的行业结构比较	107
6.2.5 能源结构的比较	108
6.2.6 大气污染的比较	109
6.2.7 就业结构的比较	110
6.3 本章小结	111

第七章 北京市碳排放的影响因素与增量分解分析	112
7.1 北京市土地利用变化对碳排放的影响	112
7.1.1 土地利用类型与碳排放的关系	112
7.1.2 土地利用变化对碳排放的影响	113
7.1.3 调整土地利用类型的减碳途径	120
7.2 北京市森林质量变化对碳吸收的影响	121
7.2.1 森林植被净生产力变化对碳吸收的影响	121
7.2.2 林分起源结构及其变化对碳吸收的影响	121
7.2.3 林分龄级结构及其变化对碳吸收的影响	123
7.3 北京市碳排放的间接影响因素分析	125
7.3.1 影响碳排放指标的相关因素分析	126
7.3.2 影响碳排放指标的多因素分析	129
7.3.3 基于 STIRPAT 模型的影响因素分析	135
7.4 北京市碳排放增量的分解分析	140
7.4.1 基于 LMDI 法的 IDA 分析	140
7.4.2 基于 I—O 法的 SDA 分析	148
7.5 本章小结	158
第八章 北京市碳减排的潜力分析与路径选择	162
8.1 碳减排的潜力分析	162
8.1.1 主要碳源的减排潜力	162
8.1.2 驱动因子的减排潜力	163
8.1.3 主要碳汇的减排潜力	165
8.2 碳减排的路径选择	165
8.2.1 能源消耗碳排放的情景分析	165
8.2.2 其他碳源和碳汇的情景分析	170
8.3 本章小结	171
第九章 主要结论与研究展望	172
9.1 主要结论	172
9.2 研究展望	174
附录:基础数据	176

第一章 绪论

气候变化和温室效应不仅涉及当今全球人口、资源与环境三大问题,同时也是经济问题、社会问题和政治问题,成为 21 世纪人类不得不共同面对的极为严峻和复杂的挑战。城市是集聚人口、产业、建筑和交通等经济社会发展要素的空间载体。据国际能源署 2008 年《世界能源展望》报告,目前城市的能源需求占到全世界总量的 67%,预计到 2030 年这一比例将达 73%,届时全球城市地区的温室气体排放量将占世界总排放量的 80%。而大城市在应对气候变化和减排温室气体等方面发挥着关键作用,在社会、经济、文化和政治等层面直接影响着全球事务的世界城市,更应在做好减排表率、建设低碳城市方面起到先导性和决定性作用。2004—2020 北京市国民经济和社会发展第十三个五年规划均提出生产方式和生活方式绿色、低碳水平上升,碳排放总量得到有效控制,建设国际一流的和谐宜居之都。北京要建设世界城市—宜居城市—全面实施人文北京—科技北京—绿色北京。另值得一提的是 2012 年 11 月 26 日国家发改委已将北京确定为我国第二批 29 个低碳省区和低碳城市的试点之一。基于此,北京积极推动节能减碳、建设低碳城市就成为中国首都发展的题中应有之义,也将成为打造美丽中国、实现生态文明的城市先驱。

1.1 选题背景

1.1.1 国际背景

自 20 世纪中叶以来,在世界政治多极化、经济一体化的趋势下,拥有国际事务话语权的巨型城市正日益成为全球政治经济、社会文化和生态环保等领域的网络中枢和关键节点。因而建设世界城市是强大国家争取更大发展空间和更多话语权的战略选择。世界城市的特点是对全球范围内政治、经济、文化和环境等方面有着重要的影响力、控制力和辐射力,引领世界发展潮流。在当今应对气候变暖、缓解能源危机和发展低碳经济的背景下,伦敦、纽约和东京等世界城市正积极谋求低碳转型、建设低碳城市,纷纷提出减排目标并制定了相关规划或发展路线图。

伦敦是低碳城市建设的领跑者,正力争成为国际先进低碳城市和零碳城市。2004 年颁布的《伦敦能源策略》将气候变化纳入伦敦政策,该年又签署了《伦敦能源、氢与气候变化合作伙伴关系》;并于 2005 年宣布,2006 年正式成立伦敦气候变

化署——一个负责落实市长在气候变化方面的政策和战略的市政府直属官方机构。2007年2月前伦敦市长利文斯顿发表了《今天行动,守候未来——伦敦市长能源战略和应对气候变化行动方案》(后来上升为伦敦气候变化减缓和能源战略),设定到2025年相对1990年减排60%的目标。2010年伦敦又发布《气候变化减缓和能源战略》,提出要把伦敦建设成为国际先进低碳城市和零碳城市。为确保实现低碳城市的目标,伦敦市政府采取的具体落实措施有:①能源领域,侧重发展分布式能源供应系统,例如热电联产、分散式供暖、冷热电三联产等,还鼓励利用垃圾发电、可再生能源的本地化,建造大型可再生能源发电站,实行新的规划和政策以激励可再生能源发电,鼓励进行碳储存。②住宅领域,提高既有和新建建筑的能源使用效率,开展“绿色家居计划”,对楼顶与墙面绝缘实行改造的住户予以补贴,受理家庭节能与循环用能方面的咨询,鼓励住户对居住建筑进行节能改造。③交通领域,在公共交通、步行和自行车系统方面加大投资力度,鼓励市民出行方式的改变,利用低碳交通方式和使用低碳能源,以降低地面交通的碳排放;还采用了碳价格体制,按照CO₂排放水平,对进入市中心区的非公交车辆收费。④公共机构领域,市政府率先垂范,严格实施“绿色机关”采购政策,利用低碳技术和服务,提升市政建筑的能效,鼓励公务员形成节能良习。

纽约目前是美国碳排放量最少的城市,市长迈克尔·布隆博格(Michael Bloomberg)立志要将纽约打造成全美第一清洁能源城市。2007年世界地球日起市政府就启动了每年公布温室气体排放清单的行动计划,并为城市减排目标的制定设定了基准,即以2005年为基准年,在2030年之前,城市碳排放水平较之下降30%,到2017年市政部门运行的碳排放比2006财年减少30%。2009年,签署了《纽约规划2030气候变化专项规划》,要求社会各界都承担一定的减排目标,并针对工商业、政府机构、住宅、新建建筑和家电产品五大方面制定了节能政策。在具体实践方面:①能源领域,增加了海洋风电、氢气和核能等清洁能源的供应。②建筑领域,推行了“绿色建筑”减排计划,采取照明升级和分户电表、建筑排放基准测试和绿色建筑资金支持等措施降低建筑排放。③交通领域,推行BRT(快速公交系统),试行交通高峰时段对进入曼哈顿区车辆的收费计划;除了鼓励市民骑行单车、乘坐公交外;还举办了无车街道活动,并致力于对现有车辆进行绿色改造,将所有传统出租车替换成稳定、高效和清洁的环保车型——混合动力车。④宣传教育和培训领域,利用“GreeNYC”等政府公共项目对市民开展教育,倡导低碳生活方式;官方通过教育培训来培养急需的合格能源审计师和适用低碳技术人员。

东京是当今世界重要的低碳城市先行者。2006年以来,东京都政府就出台“十年后的东京”即《东京CO₂减排计划》,提出了具体减排目标,即2020年东京碳排放量要在2000年基础上减少25%,由此拉开建设低碳社会的序幕。后来陆续出台《东京绿色建筑计划》、《绿色标签计划》、《2007年东京节能章程》和《2008年东

京环境总体规划》等政策。2007年发表了《东京气候变化战略——低碳东京十年计划的基本政策》，详细制定了政府应对气候变化的中长期战略。2010年又颁布《强制碳减排与排放交易制度》。东京建设低碳城市的主要做法有：①能源领域，大力研究、开发与利用绿色低碳能源，包括太阳能、生物质能、风电、水电的新技术和新工艺。②交通领域，采取了多种节能减排措施，例如推广低污染、低能耗汽车，促进生物柴油应用计划与提倡生态驾驶等。③建筑领域，政府在出台多项政策的同时，还在市政府机构中广泛采用节能措施。④产业领域，针对大型商业机构提出碳减排强制性政策，要求根据法定标准对企业提交的碳减排规划与措施报告进行评估、定级并向社会公布；2010年又针对1100家商业机构与300家工厂提出节能减排的硬性要求。⑤家庭碳减排领域，2006年东京都政府引入并实施了能效标签制度，通过评估家电产品的节能程度来提高能效；2009年，又推行了能源诊断员制度、白炽灯与低能耗日光灯更换计划，以促进家庭节能。

1.1.2 国内背景

2008年伊始，世界自然基金会(WWF)与当时的建设部就以保定市和上海市为试点，实施“低碳城市”发展示范项目。2008年底时吉林市被列为低碳经济区案例研究试点城市，自此国内掀起了一股建设低碳城市的热潮。2010年8月，国家发改委下发通知，天津、重庆、深圳、厦门、杭州、南昌、贵阳、保定八市被列为低碳试点城市。据中国城市科学研究会学术交流部在2010年底至2011年初，对全国287个地级以上城市的调查，提出建设“低碳城市”目标的城市共有133个，其中东部60个、中部49个、西部24个。据不完全统计至2012年6月，国内共有200多个地级以上城市提出建设低碳城市。从南到北，从西到东，没有一个省份例外，低碳城市建设在全国已蔚然成风；并以环渤海地区、长三角、珠三角、西南地区为重点形成四大区域集聚发展的格局。

香港配合中国建设“低碳社会”的目标，在节能减排方面采取了一系列行之有效的措施。2007年即成立了由环境局领导的“气候变化跨部门工作小组”，完善了跨部门合作机制以统筹协调减排行动。为改善能源结构，针对第一大温室气体排放源占到总排放量67%的事实，特区政府计划从内地购买更多的核能，并预计10年后将核电比例增到50%，从而逐渐替代燃煤发电。为提高建筑物能效，鼓励私人物业业主对其建筑物实施能耗与CO₂排放综合审计和能效提高项目，自2009年4月推行“香港建筑物能源效益资助计划”，同年年底又提出《建筑物能源效益守则》的强制实施法案，以达到既有及新建建筑的能效提高和电耗减少之目的。交通减排方面，为立法管制汽车达到使用生化柴油的燃料规格要求，制定了《2009年空气污染管制(汽车燃料)(修订)规例》。为增加公众对气候变暖和低碳经济的认识，还凭借环境局下设的环境及自然保育资金，(对此领域的公众教育计划提供资

助,使公众真正意识到应对气候变化的重要性及自身应尽的责任。2010年9月10日特区政府公布了《香港应对气候变化策略及行动纲领》,提出从燃料组合、能源效益和环保运输等五大方面将香港构建成“低碳绿色城市”,以达到2020年“碳排放强度”较2005年减少50%~60%的目标。

上海自“十一五”以来提出了节能减排的十大工程和十大举措,并借举办世博会契机,在充分发挥“低碳世博”的示范和宣传作用基础上,也积累了发展和实践低碳经济的经验。目前正积极推进低碳生态城市建设,强调实施综合性低碳城市建设,重点发展氢能电网、环保建筑、新能源产业和汽车、燃料电池公交等。其中崇明岛东滩低碳生态实践区、临港新城低碳发展实践区和虹桥枢纽低碳商务实践区是上海建设低碳城市的亮点。东滩低碳生态城的定位是按“低生态足迹”理念建设的“低碳生态新城镇”,其规划理念有:注意城市形态和生态功能的结合、建设生态功能区、充分利用可再生能源、应用环保节能建筑技术和发展绿色交通等。临港新城则把重点放在构建低碳社区和低碳园区,应用低碳技术促进低碳城区的节能减碳。虹桥商务区的建设目标是成为上海首个低碳商务示范区,实现核心区全面低碳排放,局部区域或建筑实现“零碳排放”。核心区内采用热、冷、电三联供,以天然气为发电能源,发电输送到公用电网,而其余能源则用于区域内供热、供冷,建完后将成为国内的最大区域集中供能系统;核心区内全部达到国家一星级以上的绿色建筑标准。

1.1.3 案例城市背景

改革开放30多年以来,北京经历了快速的工业化和城市化进程,在当前建设中国特色世界城市的目标下,面临能源供需缺口不断加大、水资源量严重短缺、水土流失仍较严重、垃圾处理问题重重、污染防治任务繁重等一系列资源环境的瓶颈制约(后文4.3将有详述)。2013年1月北京共出现26天的雾霾天气即是典型事例。北京市环保局的监测资料表明,雾霾的排放来源为机动车占22.2%,燃煤占16.7%,扬尘占16.3%,工业占15.7%。

为此从2005年以来,制定了《北京市“十一五”时期能源发展及节能规划》、《北京市节能监察办法》、《北京市加强节能工作实施方案》等大量有关节能减排的政策措施;此外,还构建了节能减排考核评价体系,开展节能减排的目标责任考核。2009年又制定了《“科技北京”行动计划》和《“绿色北京”行动计划》,指导世界级低碳示范城市的建设。其中在“绿色北京”行动计划(2010—2020)中,明确提出了远景目标和近期目标。远景目标即“到2020年本市经济发展方式转型升级,绿色消费模式和生活方式全面弘扬,宜居的生态环境基本形成,将北京初步建设成为生产清洁化、消费友好化、环境优美化、资源高效化的绿色现代化世界城市”。2011年还编制并公布了《北京市“十二五”时期节能降耗及应对气候变化规划》、《北京

市“十二五”时期能源发展建设规划》和《北京市“十二五”时期新能源和可再生能源发展规划》。在具体行动实践上,主要表现为:①能源领域,加快能源发展方式转变和结构优化转型的步伐,大力降低煤炭消费总量和比例,大幅提高天然气、电力、新能源和可再生能源等低碳清洁能源的利用比重。②产业领域,尽量依靠科技优势,关停和淘汰了一些资源能源消耗大、生态环境影响深的产业项目。③建筑领域,积极推进新建建筑的节能达标,加大既有居住建筑的节能改造,启动北京市(百万只)绿色照明工程,完善节能产品的标准制订和市场准入机制。④交通方面,确立了公共交通优先发展的战略,公交车辆更新工作以发展节能环保的新能源车为主。

但是一方面北京面临着我国总体减排目标的强制分配,可能出于完成约束性目标的基线考虑,尚未提出比国家目标更高的意愿,因而可说在一定程度上受到国家目标束缚而不敢冒进;另外专门针对减少碳排放、建设低碳城市的政策还为数不多,主要是从节能减排、建设“科技北京”和“人文北京”等角度来展开,重“硬件”建设而轻“软件”建设,并严重依赖于政府政策的支持性,城市结构和城市活动相结合、市场与政府相结合的政策引导性不够;另外在建立时空格局的温室气体排放清单、制定量化的城市减排目标等方面工作还未迈开实质性的步伐,这使得其低碳发展行动缺乏基础数据、战略规划、基准情景和行动指南。再者在探索低碳城市发展行动中,还只简单地停留在推动节能减排的层面上,仅仅关注重点减排项目和工程,还未将减碳任务分解到各个部门和行业,也没出台北京低碳城市发展规划,并像主要世界城市一样,制定低碳发展路线图,整合低碳科技资源,建立低碳标准体系,完善政策体制机制,加强低碳宣传教育培训,发动利益相关者力量,促进政府示范、合作分享,寻求有效融资战略,这样在最终低碳发展绩效上可能存在较大的不确定性,很难达到显著的碳减排效果,并获得经济社会发展、能源资源节约、生活条件改善和环境质量提升等在内的协同效益。

综上所述:国际方面,北京要跻身世界城市之列,就应该尽快改变“高消耗、高排放、高污染和低产出”的传统城市发展模式,增强低碳竞争力,在国际政治、经济舞台上树立低碳新形象、获得低碳话语权、抢占低碳新高地;国内方面,北京作为中国首都,需要在加快城市低碳转型、探索低碳发展道路和创新低碳发展模式上起到率先垂范的标杆作用,稳居低碳经济制高点,引领低碳城市建设浪潮,研发和推广低碳新技术。

1.2 选题目的与意义

1.2.1 选题目的

在国内外大城市纷纷应对气候变化、谋求低碳转型的背景下,北京要跻身于世

界城市、宜居城市之列,逐步成为经济、社会、生态全面协调发展的可持续城市,建设低碳城市是其必由之路。因而研究碳排放的时空格局变化,弄清与世界城市的低碳差距,找到低碳转型的驱动力,分析碳排放的影响因素,计算减源增汇潜力,提出碳减排的路径选择,就显得相当必要和迫切。鉴于此,本研究将选题界定为北京市碳排放的格局变化与驱动因子研究,具有重要的战略意义,旨在重点解答以下5个科学问题:

(1)通过对北京碳排放的发展格局、结构与水平的测算和分析,掌握市域碳排放有关指标及其1995—2012年的时序变化情况;基于LUCC条件下,分析碳排放的时空格局变化状况;基于森林净生产力的计算,量度林业碳汇能力及其变化情况;估算2005、2010年各区县的碳排放量,并分析和比较其低碳发展水平及变化;再弄清市域碳排放的主要部门构成,并阐述北京与主要世界城市的低碳发展差距。

(2)通过分析土地利用变化对碳排放的影响,弄清各种地类变化所导致的碳排放边际变化量,找到从土地利用方式变化减少碳排放的途径;通过分析森林质量变化对碳吸收的影响,发现森林植被生产力变化、林分起源结构和林分龄级结构及其变化对碳汇能力的影响;通过对北京碳排放的间接驱动因子分析,揭示快速城市化情景下人口、城市化水平、经济增长和技术水平等单个因素和复合因素分别对碳排放的影响大小。

(3)通过对北京碳排放增量的分解分析,获得经济规模、产业结构、技术进步与能耗结构这4大因素对产业能耗引起碳排放的增量贡献值,并计算中间需求、技术进步和最终需求变动各效应的影响效果和程度;再分析人口规模、人均生活能耗、碳排放系数和生活能耗结构这4大因素对生活耗能引起碳排放的增量效应大小。

(4)通过对人口、经济、城市化和技术水平等影响能源消耗碳排放的主要驱动因子进行情景设定和相互组合,以情景分析法来模拟碳排放量的发展趋势,并给出合理的情景方案作为未来低碳发展模式;再采用趋势外推法来分析非化石能源引致的碳排放/吸收变化量。

(5)从产业结构、能源结构和能耗水平等方面的调整情形来测算碳减排潜力,最后通过归纳前文的分析结论,给出北京未来碳减排的路径选择和最优情景。

1.2.2 选题意义

不同城市(或区域)碳排放的格局变化、构成和影响因素以及低碳转型的驱动力、低碳发展的趋势各有差异。基于北京仍处于提升城市化质量、去工业化的关键阶段,其建设世界城市的一个重要方面便是实现城市低碳发展,因此研究世界城市建设背景下北京碳排放的格局变化与驱动因子,探索低碳发展的路径选择就具有重要的战略意义。本课题的理论意义和实践价值主要表现在:

1.2.2.1 理论意义

目前有关城市(区域)碳排放格局变化与驱动因子方的研究尚未形成一套系统而完整的研究框架和理论体系,特别是能够运用多种模型和方法,多角度指导城市/区域整体节能减碳、建设低碳城市的系统定量研究国内还处于相对不足的情况,相关部门难以获得可靠而适用的理论工具,以便在城市低碳发展方面采取科学合理的决策和行动。为此本研究结合北京自然地理和经济社会发展的特点,注重本土化实证研究,主要利用遥感影像资料、调研和统计数据及投入产出表,借助土地利用结构转换矩阵、系列优选模型、STIRPAT 模型、LMDI 和 IDA 分解法及情景分析法(SAM)等多种数理模型和 GIS 技术等方法来探讨碳排放的格局变化,分析碳排放的驱动力,预测碳减排的潜力和趋势。其理论创新在于:

(1)可在区域性整体时空层面,探索超大城市区域碳排放的动态变化与驱动机制。

时空特征是地理系统的基本要义,只有同时将时间和空间两大领域结合、统一起来,才能更了解系统内部各子系统和各要素之间互相耦合协调的状况。在城市/区域层面上探索碳排放的时空格局,能够更为深入地掌握系统结构、功能与水平之间互相关联的规律。因而基于碳排放及其驱动因子存在时空方面的区域差异和动态变化,围绕北京这个区域性整体展开时空格局分析,有利于弄清超大城市区域的碳排放特点和规律,从而为碳减排提供学理佐证。

(2)可在方法和模型适用性层面推动、促进城市碳排放的定量研究。

采用遥感影像解译与 GIS 相结合的方法,引入和改进先进适用的数理或计量经济学模型展开多角度、深层次分析,是城市碳排放相关研究需深入和完善的重要方向,也是有效指导和支持低碳城市建设实践的科学依据,因而正确测算土地、工业、交通、建筑和森林等领域的碳源或碳汇,定量分析碳排放的影响因素及其增量的驱动效应,设定人口规模、城市化率、经济增长、产业结构和技术进步等关键影响因素的组合方案,并就此展开情景分析,这有利于从定量模型和数理方法方面进一步推进城市碳排放研究的科学化、精细化。

(3)可进一步拓展、深化区域/城市可持续发展的有关理论与实践。

城市碳减排属于区域可持续发展的重要内容,而目前城市/区域碳排放尚无科学、完善的理论加以指导,也无有效、可移植的实践模式可以照搬。城市本身是一个复杂的巨系统,包括产业、建筑、交通和消费等诸多领域,涉及人口、资源、环境、经济和社会等各个方面。而城市碳排放又是一个新兴的研究方向,需要地理学、土地科学、生态学、经济学、管理学、城乡规划和环境科学等多学科的联合协同攻关,本课题即试图在上述学科交叉融合方面做出有益的探索和尝试,以开拓城市碳排放的学术视野,丰富区域可持续发展的理论宝库。

1.2.2.2 实践价值

北京目前面临能源供需缺口不断加大、水资源量严重短缺、水土流失仍较严峻、垃圾处理问题突出、污染防治任务繁重等一系列资源环境的瓶颈制约,因而推动节能减碳、发展低碳城市是其建设世界城市的基本要求,是弥补资源劣势的应对之策,是解除投资锁定的有效途径,是优化人居环境的重要举措,是城市持续发展的必然趋势。但目前北京的能源结构还需大力改善调整,产业结构有待进一步优化升级,服务业比重尚需进一步提高;工业、建筑、交通、居民生活等方面的节能有待进一步加强,碳汇能力也需提升,所以建设人文北京、科技北京和绿色北京是一项任重道远的系统工程,而“低碳北京”是该项工程的重要突破口之一。鉴于北京的低碳发展水平与世界城市还有一定差距,因而本书研究北京市碳排放的格局变化与驱动因子具有重要的现实意义,主要在于:

(1)为北京建设低碳化世界城市提供理论依据和数据支撑。

低碳城市最重要的一个特点是符合“MRV”(可衡量、可报告、可查证)的原则,因而北京的低碳城市建设也须落实在能源、产业、建筑、交通、消费和林业等层面的定量减碳上,而这都需要前期的理论指导和数据基础,为此本文将在该方面提供有意义的科学支持和理论依据。

(2)为北京建设低碳化世界城市提供参考模式和政策建议。

北京的节能减碳工程和低碳城市建设,需要广泛借鉴其他世界城市低碳发展模式的经验教训,预先知道在不同发展模式下未来的低碳发展状况,综合评估在不同的政策作用下城市未来的碳排放水平及其变化。在各种可能发展模式下,为有效减源增汇、建成低碳城市的建设目标而科学筛选最佳的发展模式,因而本研究将为此提供可衡量、可操作并具有先进性、前瞻性的行动指南。

(3)为其他区域掌握碳排放规律、做好节能减碳工作提供方法学上的借鉴。

当前国内外城市碳减排的具体行动已蓬勃展开,为实现理论研究和建设实践的紧密结合、同步前行,正需要在弄清各自城市碳排放的时空格局变化及其驱动因子,全面审视低碳发展过程的量和质,注重宏观的全局把握和中微观的素材梳理,本研究即试图在此方面提供一定的引导和示范,作出方法学上的先探,以便其他城市参考和借鉴,为实现城市碳减排行动提供导向明晰的路线图。

1.2.3 案例城市选择的典型意义

本研究之所以选择北京作为案例城市,主要基于以下几个方面的典型意义:

1.2.3.1 北京是我国第二批低碳省区和低碳城市的试点之一

我国区域和城市的地域差异很大,东中西部发展阶段也不一样,各低碳试点地区的资源禀赋、试点目标、重点领域和建设路径都不一样,因而需要积极探索不同区域和城市有效控制温室气体排放的路径。北京作为我国东部较为发达的超大城

市区域;服务业能耗和碳排放不断攀升,有赶超工业之势,因而其推动节能减排、建设低碳城市具有较强的示范作用,于是以低碳目标的实现为导向、先行先试,在探索建立低碳化特征的产业体系和生活方式方面,北京具有相当的典型性,能够发挥引领带头作用,作为案例城市具有代表性。

1.2.3.2 北京是能源供需矛盾加剧和资源承载能力有限的显著代表性城市

北京市的资源承载能力十分有限,水资源严重短缺,能源耗费巨大且还在逐年增加,化石能源 90% 以上需要外购,煤炭为主的能源结构短期内难以改变,可再生资源利用较少,这些方面可说是中国诸多东部城市的共性。因而弄清其碳排放的格局变化与驱动因子,探索建设低碳城市的有效路径,不仅是缓解资源约束和环境污染的现实需要,也是摆脱“三高一低”式增长与粗放型发展的路径依赖、力图避免“高碳锁定效应”的一种必然选择,故北京市低碳发展的路径选择对其他同类城市的发展之路具有较强的借鉴和参考价值。

1.2.3.3 北京碳排放的格局、过程及机理特征在诸多大城市之中具有典型性

一般而论,城市和区域的经济与环境之间关系遵循环境库兹涅茨曲线规律。北京的经济水平虽已接近发达国家水平,正经历一个去工业化和提高城市化质量的进程,但面临的资源环境问题相当严峻,能源消耗和碳排放还在逐年上升,特别是建筑和交通碳排放已超过工业的,因而低碳转型是其可持续发展的重要切入点。包括中国在内众多发展中国家大城市区域也会走向类似北京目前的发展阶段,所以北京碳排放的格局、过程及机理特征即具有当今城市区域发展现状的个性特点,也有着后发城市区域发展阶段将要经历的共性趋势,典型性较为明显。

1.2.3.4 北京的发展阶段和城市功能定位决定其应率先探索低碳发展之路

北京市虽已基本完成了工业化,人均 GDP 已进入 1 万美元向 2 万美元迈进的新阶段,但仍处于经济社会快速发展的“爬坡”时期和发展模式转型的“跨门槛”阶段。北京城市现代化和国际化的步伐在加快,建筑、交通和居民消费等的规模和水平不断提升,这决定了其仍处在能耗不断攀升、碳排放持续增加的时期,又面临着非工业污染、空气恶化和热岛效应等新的环境问题。再者北京城市功能定位是“世界城市”、“宜居城市”,因而“低碳北京”既是自身人地协调的需要、又是在国内发挥率先垂范作用的需要,也是在国际上履行应对气候变化的城市责任需要,另外还是掌握未来发展主动权、话语权的需要,故北京作为案例城市的典型意义非同一般。

1.3 研究目标与研究内容

1.3.1 研究目标

本研究尝试探讨性地综合运用地理学、土地科学、生态学、经济学、管理学和环境科学等多学科理论和方法,分析北京市碳排放的时空格局、结构与水平,找出与主要世界城市的低碳发展差距,弄清土地利用变化对碳排放的影响及森林质量对碳吸收的影响,揭示碳排放的主要人为扰动因素,分解碳排放的增量因素,运用情景设定法分析碳排放未来的发展趋势,测算减排潜力,提出北京节能减碳的路径选择,以期为建设低碳化世界城市提供理论基础、数据支撑和决策建议。

1.3.2 研究内容

根据前文的研究目标,本课题的研究内容分成九个部分。

第一章:引言。主要阐述了本研究的国内外选题背景、选题意义和目的、研究目标和研究内容、研究方法和技术路线、创新点及不足之处等。

第二章:文献综述。按照“格局变化——驱动因子——减排路径”的脉络展开,综述了国内外有关城市碳排放的格局变化、驱动因子、减排路径、低碳城市研究的模型与方法、案例城市的研究概况,并进行了简要述评。

第三章:研究理论框架。首先界定了与本文研究有关的概念,然后概述城市碳排放研究的相关理论,包括人地关系理论、低碳经济理论与脱钩复钩分析、环境库兹涅茨曲线假说、资源环境承载力理论、可持续发展理论和系统科学理论等;最后阐释了本文的研究思路与理论框架。

第四章:北京市概况。阐述了北京市的自然条件概况、经济社会发展和资源环境约束等方面的情况,由北京要实现的城市职能与面临的资源环境压力之间的矛盾,引出北京推动节能减碳、建设低碳化世界城市的必要性。

第五章:北京市碳排放的时空格局及其变化分析。首先测算了北京市域碳排放量、人均碳排放和碳排放强度等主要低碳发展指标的时序变化状况;然后基于LUCC 情况下,分析了碳排放的时空格局及其变化,并就格局合理性做出了定性评估;再次,利用北京市第4~7次森林资源二类调查数据资料,计算了用来量度林业碳汇能力大小的森林净生产力及其变化状况;最后估算和比较了北京16个区县2005、2010年的碳排放指标及其变化情况。

第六章:北京市碳排放的结构分析与水平比较。基于生产侧对北京市域历年能源碳排放的结构进行了分析,即计算工业、建筑和交通三大部门的碳排放量;然后,就市区人均碳排放、碳排放强度、各部门碳排放等指标,与伦敦、纽约、东京等世