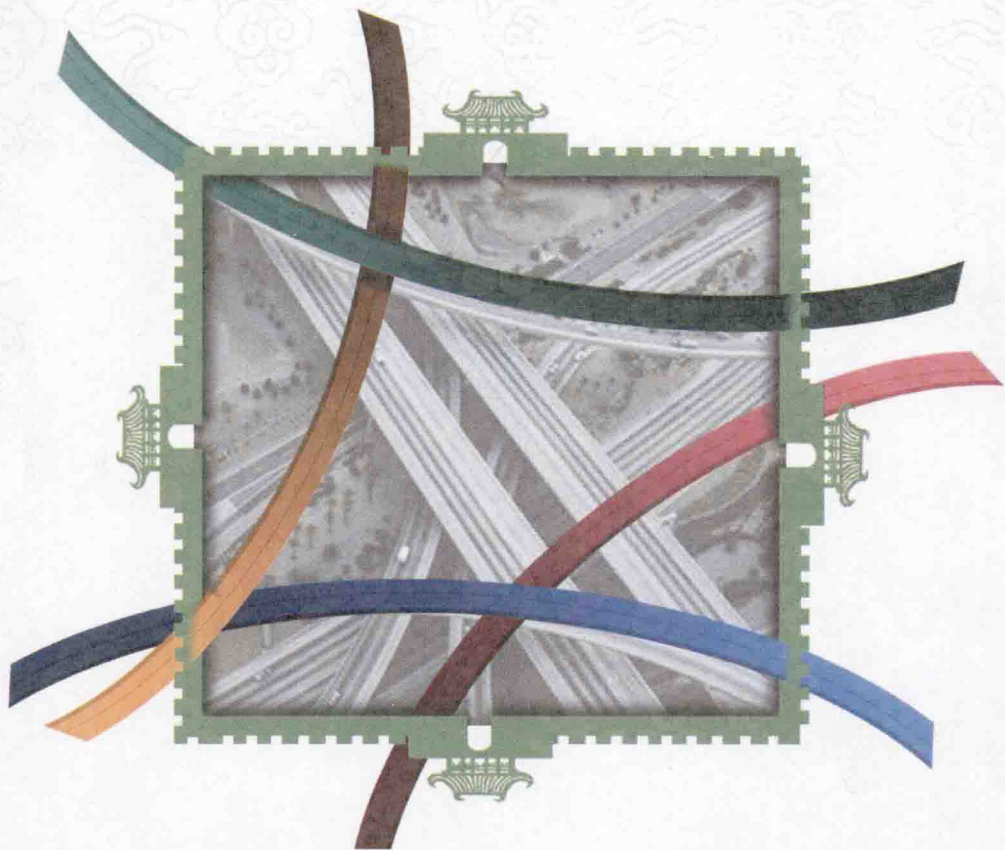


低碳西安研究

王元庆 韩笋生 刘圆圆 著



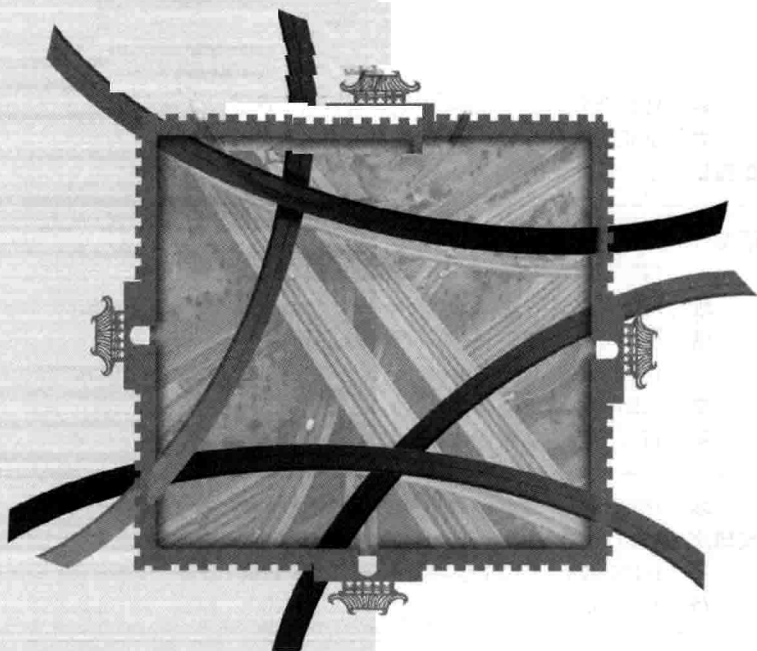
西安交通大学出版社
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS

国家自然科学基金资助项目

低碳西安研究



王元庆 韩笋生 刘圆圆 著



 西安交通大学出版社
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS

图书在版编目(CIP)数据

低碳西安研究/王元庆,韩笋生,刘圆圆著. —西安:
西安交通大学出版社,2014.12
ISBN 978-7-5605-6896-6

I. ①低… II. ①王… ②韩… ③刘… III. ①城市-
节能-研究-西安市 IV. ①TK01

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 288233 号

书 名 低碳西安研究
著 者 王元庆 韩笋生 刘圆圆
责任编辑 王 欣

出版发行 西安交通大学出版社
(西安市兴庆南路 10 号 邮政编码 710049)
网 址 <http://www.xjtupress.com>
电 话 (029)82668357 82667874(发行中心)
(029)82668315(总编办)
传 真 (029)82668280
印 刷 西安建科印务有限责任公司

开 本 787mm×1092mm 1/16 印张 16.625 字数 306千字
版次印次 2014 年 12 月第 1 版 2014 年 12 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 978-7-5605-6896-6/TK·116
定 价 48.00 元

读者购书、书店添货,如发现印装质量问题,请与本社发行中心联系、调换。

订购热线:(029)82665248 (029)82665249

投稿热线:(029)82669097 QQ8377981

读者信箱:lg_book@163.com

版权所有 侵权必究

作者简介

王元庆,男,汉族,陕西吴起人。二级教授,博士生导师,长安大学交通工程系主任,BRT研究中心主任,国家客标委专家、交通部软科学研究入库专家、陕西省安全生产专家委员会专家,西安市高新区规划建设专家委员会专家。主要研究方向为交通规划、BRT(快速公交)、交通安全、交通政策与管理制度设计、低碳交通等。发表论文 120 多篇,出版专著 4 部,参编英文专著 1 部。主持国家自然科学基金、澳大利亚研究基金、全球变化亚太研究会、交通运输部、教育部、美国 Reason Foundation、亚洲银行、多地交通行业主管部门及城市资助科研项目 100 余项。电子邮箱:wyq21@vip.sina.com



韩笋生(Han Sun Sheng),男,汉族,山东东营人。1994 年于加拿大 Simon Fraser 大学获博士学位。现为墨尔本大学建筑、建设与规划学院(Faculty of Architecture, Building and Planning, The University of Melbourne)教授,城市规划学部主任,曾在中国城市规划设计研究院、不列颠哥伦比亚大学、联合国区域发展研究中心和新加坡国立大学工作。已发表各类论文 150 余篇,包括 SSCI 论文 50 余篇,并担任 Progress in Planning、Geo Journal 等四个学术期刊的编委;主持完成各类国际科研项目,成功获得包括澳大利亚研究基金、全球变化亚太研究会、林肯土地政策研究院、墨尔本大学等的研究基金支持。电子邮箱:sshan@unimelb.edu.au



刘圆圆,女,汉族,山东潍坊人。2013 年于长安大学交通工程专业毕业,获得本科学位,在读长安大学交通运输规划与管理专业硕士研究生。研究方向为交通规划、低碳交通。发表论文 2 篇,参加国际学术会议 1 次,参编英文专著 1 部,参与国家自然科学基金项目、澳大利亚研究基金、全球变化亚太研究会、厅局级科研项目 5 项。电子邮箱:yuanyuan5340@163.com



序

伴随城市化、机动化的快速发展,我国城市交通需要面对的问题日渐复杂,交通研究的关注点也变得广泛:从可达性与机动性低到宽马路也不能满足的交通拥堵,从交通系统的服务水平到交通碳排、雾霾。作为我国最早开展交通工程专业教育的学校,长安大学的老师们对交通环境问题一直十分关注。王元庆教授与澳大利亚墨尔本大学的韩笋生教授一起从2011年开始对西安的城市空间碳排放特征进行研究,在2012年获得了国家自然科学基金委员会的资助。从2011年开始,研究成果在北京、西安、班加罗尔、华盛顿进行了多次交流,对中国城市空间活动与交通碳排放方面形成了一些有价值的研究成果。

本书选择了在国际上常用的能量消耗法计算单次出行的碳排放,对西安市居民通勤碳排放空间特征、家庭特性进行了采集;测绘了基于家庭位置的市域空间通勤排放特征图,计算对比了城市不同时代、停车条件和容积率的社区通勤排放特征,还对居民家庭与个人特征与城市通勤排放的关系进行了统计分析;本书还基于调查数据,就西安与北京、班加罗尔进行了统计对比。当然,三个城市都有环路,西安与北京经济水平存在差别,与班加罗尔在土地开发密度和交通供给特点上有差别。

尽管如此,基于来自中国人民大学秦波老师团队和印度班加罗尔 T. V. Ramachandra 教授 (Academician, Indian Institute of Science) 的数据支持,通过对三个城市的对比发现了碳排放空间的一些有意思的共性。研究发现,除了验证了国际上已经形成的车辆、收入、人口密度、公交服务与碳排密切相关外,还发现家庭与市区中心距离、家庭所处环位也与城市碳排放量密切相关。研究成果表明城市的规模过大、车辆过多都会显著增加城市的碳排放,目前的一些停车位供给充分、地处环路边缘或道路宽敞的地区交通碳排放也会较高。研究发现紧凑型的中国城市格局是人均碳排放低的关键因素之一,而要抑制中国城市碳排强度过

大,还需要从多个方面进行政策干预。

本书的一大特色是从交通行为出发,基于调查获得了人们出行选择的行为特征在空间上的规律,这些交通空间规律与人的出行行为特征相结合,从最基本层面说明了城市交通发展应该如何考虑人的需求,合理配置交通资源,并出台更有针对性的交通政策。这对当前正在提高治理能力的我国交通界及城市决策者无疑具有十分重要的借鉴意义和启示价值。

本书的写作还与交通专业研究生的培养密切结合,约10多名硕士、博士研究生参与了这方面的研究工作。基于这些学术研究成果基础上的本书写作生动,在抽样、统计、推理方面既规范且较为浅显易懂,对于在读学生也具有十分友好的案例学习价值。

希望本书出版对提高我国城市交通碳排放空间机理认识起到基础性作用,推动城市交通研究水平和政策制定水平的提升,使我国城市交通发展更加科学和有针对性。



2014年11月18日

前 言

我国几十年来的快速发展,带来了城市交通的快速改变:城市的马路越来越宽,路面越来越好,大都市轨道交通逐渐成网,越来越多的人依赖车辆代步。与这些人们喜欢的变动趋势相比,城市交通拥堵越来越严重,城市空气质量越来越差,这些不好的变化也日益造成人们出行的苦恼。如何提供和管理人们的出行方式,已经成为评价我国碳排放治理能力的重要指标之一。

与建设进程和城市面貌的快速变化相比,我国对城市交通成因、机理的研究显得相对落后,我们几十年来一直忙于建设,忙于满足人们的交通需要,但是对于出行发动者——人的出行动机,不同出行方式的利弊及方式选择的动因(如幸福感)并未仔细研究过,不同出行条件的人们在选择出行时间、空间、方式及其影响上的特点不很清楚。上述工作的缺乏很可能导致我们交通建设、运营管理上的盲目性:一方面都市中心区花费大量资金、占用越来越多的空间努力满足开车者出行需求,却越来越不能满足日益增加的市中心停车需求;另一方面,城市交通拥堵及其环境不良影响越来越大。都市区交通建设不仅未能提供交通畅通,反而给群众带来了雾霾等不利健康的空气污染问题。碳排放增加被认为是导致地球气候变化的重要原因,交通碳排放又是城市碳排放三大来源中增长最快的一个方面,了解大城市出行产生的行为特点、城市空间特点和碳排放空间特点,在此基础上反思城市交通规划与管理的方法与政策,应该对我国低碳城市发展产生很有价值的借鉴作用。有了以上想法后,从2010年开始,在吸收和借鉴国内外低碳研究成果基础上,本书作者们对西安市交通行为特征、空间分布特征与通勤碳排放特征开展了长期、多次的测算研究,并依托国内外低碳研究同仁的调查数据,对比分析了西安与北京、班加罗尔的异同。

本书的目的在于探讨低碳交通发展模式,促进城市科学发展,让城

市更宜居,使人们更幸福。全书力求文字简练、易懂。希望它可以成为城市交通决策者、规划者、管理者、研究者、对交通感兴趣学生、交通从业者和热心公众了解我国城市交通碳排放及其环境影响分析的入门参考书。希望读者们通过翻阅本书,了解什么样的人、什么样的交通行为在城市的什么空间位置给城市带来了最为不利的交通环境影响;怎样的交通行为对城市环境影响较小;怎样的城市交通规划、管理与政策才会产生更好的交通环境效果;如何避免无效或没有必要的过于复杂的交通建设与管理选择。

本书包含理论研究和实证分析,并对两部分内容进行了深浅、详略不同层次的介绍,理论研究部分主要体现在书中 3.4、4.2、4.4、4.5 节中,对低碳研究成果感兴趣而不对理论做探讨的读者可跳过这些章节,阅读其他内容。本书主要内容有:低碳研究国内外发展背景;交通行为与碳排放空间研究的数据采集与分析方法;西安市碳排放的总体特征、空间分布特征、影响因素分析,碳排放模型与典型社区的碳排放特征;西安市与北京、班加罗尔城市碳排放对比研究;低碳交通建设的政策研究。具体的研究内容和结构布局为:

第 1 章:绪论。本章介绍了低碳研究的背景,提出减少交通碳排放对于低碳城市建设的重要性。综述国内外低碳交通研究现状,总结国内外低碳研究成果,确定本书的研究目标、研究内容和研究思路。

第 2 章:西安概况。本章主要从城市形态和空间结构、社会经济发展、居民出行活动和城市交通建设方面介绍了本书主要研究对象——西安市,多维度的城市介绍为后续城市低碳交通分析提供研究背景和事实依据。

第 3 章:数据采集。介绍了本书的研究内容和目标,确定了研究分析所需的数据和参数,详细介绍了数据来源和获取途径,并描述了多类型、多途径数据,依据多软件搭建一体化数据库的原则、框架、内容以及数据库构建过程和方法。

第 4 章:分析方法。本章从家庭通勤交通碳排放的计算、交通碳排放统计指标分析、交通碳排放空间分布规律分析、家庭碳排放影响建模

分析和城市比较分析几个方面阐述了城市交通碳排放分析的理论和方法,为探讨城市交通碳排放规律,挖掘碳排放的影响因素提供了方法理论上的依据和支持。

第5章:样本总体特征。本章的内容主要是基于外业调查采集数据,对样本总体进行统计分析,从家庭、个人和社区的角度,描述性分析碳排放特征、碳排放与前述三者属性与碳排放关系。

第6章:家庭交通碳排放的空间分布。本章借助 ArcGIS 软件从样本碳排放量的空间分布、交通小区为单元的碳排放量分布、环线分区的碳排放量分布、空间自相关分析和产业区的碳排放量分析几个方面多角度揭示交通碳排放空间分布规律,对空间分布规律的影响因素进行探讨性分析。

第7章:影响碳排空间分布的主要因素。本章在前面章节统计和描述分析的基础上,分别选择与交通碳排放量存在关系的因素作为自变量建立与家庭(个人)通勤碳排放的模型,通过模型计算结果定量分析和研究影响碳排放空间分布的主要因素,科学合理地解释实际问题。

第8章:社区角度通勤碳排放研究。本章节从微观的角度精选商品房、单位房、城中村和政策性住房四种类型共八个社区详细讨论分析家庭和个人通勤碳排放的规律,对比社区间通勤碳排放特征,探讨各类社区通勤碳排放高碳排群体特征。

第9章:国内外城市碳排放特征及其与西安的对比研究。本章主要进行了中国东西部城市(西安和北京)、国内外城市(西安和班加罗尔)两组城市间家庭和个人通勤碳排放对比研究,研究思路同第6章、第7章,以期通过城市间的对比研究,为中国的单中心扩张型城市、中国和印度的其他内陆城市甚至其他发展中国家城市的低碳城市建设提供参考。

第10章:低碳交通建设的政策研究。本章结合研究中各个环节的分析,从交通工具与能源政策、交通系统优化与模式转换、城市规划与交通规划相协调、低碳社区建设以及低碳交通建设管理体系几个方面提出了低碳城市建设的政策和落实措施。

本书研究获得了国家自然科学基金委的支持(项目编号:

NSFC51178055)和澳大利亚研究基金(Australia Research Council, ARC)的支持。研究成果得到了中国人民大学秦波老师团队和印度班加罗尔 T. V. Ramachandra 教授(Academician, Indian Institute of Science)的大力支持,吸收了 2011 年低碳城市发展国际比较研讨会(班加罗尔、西安),2013 年低碳城市发展国际研讨会(北京),2014 年“低碳城市——交通与土地利用”国际研讨会(西安)与会国内外专家的多次讨论建议,汇集了研究团队已经毕业研究生王静、郭璐、郑蒙蒙、刘志杰和在读研究生杨柳、李超、黄欣然、安睿、曾隽、高亚楠等多位同学的智慧结晶和部分工作成绩。其中,王静、郭璐在第一阶段资料检索数据采集和初步处理、家庭通勤碳排放计算模型建立,郑蒙蒙、刘志杰、曾隽、杨柳在碳排放空间分布特征分析、碳排放的影响参数研究以及城市对比研究,高亚楠、黄欣然在社区碳排放研究中做出辛苦工作;李超、安睿在本书图片的不断修改、完善过程中给予了耐心的支持和帮助,作者在此对他们的帮助一并表示感谢。感谢曾任《建筑知识杂志》编辑的严宁老师在初稿完成后对文字的修改,同时,本书在编写过程中参考了国内外大量书籍、文献,在此谨向相关作者致以诚挚的谢意!最后,本书得以顺利出版,还要感谢王欣编辑在本书的编辑、出版各环节中的辛苦工作!

研究时间和著者水平有限,书中难免有不足之处,敬请广大读者给予批评指正,特此致谢!

王元庆

2014 年 12 月于长安大学交通科技大厦

目 录

第 1 章 绪论	(1)
1.1 有关低碳城市的研究现状	(5)
1.1.1 城市空间形态与交通碳排放	(5)
1.1.2 城市交通碳排放影响参数	(6)
1.1.3 家庭碳排放与家庭交通碳排放	(6)
1.1.4 交通碳排放量测算方法研究	(8)
1.2 低碳西安研究所涵盖的内容	(9)
1.2.1 交通碳排放与西安	(9)
1.2.2 西安与其他城市碳排放的比较研究	(10)
1.3 城市空间与家庭碳排放研究思路	(11)
1.4 本书编写结构	(14)
参考文献	(15)
第 2 章 西安概况	(21)
2.1 概述	(21)
2.2 区位	(21)
2.3 城市空间结构演变	(23)
2.4 社会经济	(27)
2.4.1 人口	(27)
2.4.2 经济	(30)
2.4.3 西安典型开发区	(31)
2.5 居民出行活动	(35)
2.5.1 居民出行特性	(35)
2.5.2 出行空间分布	(40)
2.6 城市交通	(43)
2.6.1 机动车拥有量	(43)
2.6.2 道路网	(44)
2.6.3 公共交通	(46)
2.6.4 慢行交通系统	(48)

2.6.5 静态交通·····	(49)
参考文献·····	(50)
第3章 数据采集 ·····	(52)
3.1 概述·····	(52)
3.2 空间交通碳排放参数来源·····	(53)
3.2.1 搜集取得的数据·····	(53)
3.2.2 调查取得的数据·····	(54)
3.3 空间交通碳排放的外业调查·····	(55)
3.3.1 调查方法和抽样方式·····	(55)
3.3.2 调查目的和问卷设计·····	(57)
3.3.3 交通小区划分·····	(61)
3.3.4 样本量选取和分布·····	(63)
3.3.5 调查实施过程·····	(68)
3.4 空间交通碳排放数据库的建立·····	(70)
3.4.1 软件选取·····	(70)
3.4.2 数据处理·····	(71)
3.4.3 一体化数据库搭建·····	(74)
参考文献·····	(76)
第4章 分析方法 ·····	(77)
4.1 基本思路·····	(77)
4.2 家庭通勤碳排放计算·····	(78)
4.2.1 家庭通勤碳排放计算方法·····	(78)
4.2.2 分交通方式碳排放计算·····	(80)
4.2.3 交通碳排放的度量方法·····	(83)
4.3 家庭交通碳排放统计指标分析·····	(84)
4.3.1 家庭-个人属性指标分析·····	(84)
4.3.2 城市交通参数指标·····	(87)
4.3.3 城市空间参数指标·····	(88)
4.3.4 通勤交通碳排放的统计指标选取·····	(90)
4.4 家庭交通碳排放空间分布规律分析·····	(92)
4.4.1 数字表面模型·····	(92)

4.4.2 空间自相关分析·····	(92)
4.5 家庭碳排放影响建模分析·····	(93)
4.5.1 自变量与自变量的相关性分析·····	(93)
4.5.2 因变量与自变量的相关性分析·····	(94)
4.5.3 影响因素建模分析的组合方案·····	(94)
4.5.4 影响分析的典型方程·····	(95)
4.6 城市比较研究方法·····	(97)
参考文献·····	(97)
第5章 样本总体特征 ·····	(99)
5.1 碳排放特征·····	(99)
5.1.1 家庭碳排放特征·····	(99)
5.1.2 个人碳排放特征·····	(99)
5.2 家庭与社区特征·····	(101)
5.2.1 家庭属性·····	(101)
5.2.2 个人属性·····	(103)
5.2.3 住房属性·····	(105)
5.2.4 社区周边环境·····	(107)
5.3 家庭与社区对碳排放的影响·····	(108)
5.3.1 家庭属性对碳排放的影响·····	(109)
5.3.2 个人属性对碳排放的影响·····	(113)
5.3.3 住房属性对碳排放的影响·····	(116)
5.3.4 社区周边环境对碳排放的影响·····	(121)
5.4 小结·····	(123)
第6章 家庭交通碳排放的空间分布 ·····	(125)
6.1 概要·····	(125)
6.2 样本碳排放量的空间分布·····	(126)
6.2.1 家庭碳排放的空间分布·····	(126)
6.2.2 个人碳排放的空间分布·····	(127)
6.3 交通小区为单元的碳排放量分布·····	(128)
6.3.1 交通小区为单元的碳排放总量空间分布·····	(128)
6.3.2 交通小区为单元的个人碳排放空间分布·····	(128)

6.3.3 交通小区为单元的人均碳排放强度空间分布	(130)
6.4 环线分区的碳排放量分布	(131)
6.4.1 轴线与环线交点	(131)
6.4.2 环线分区	(133)
6.5 空间自相关分析	(140)
6.5.1 西安市家庭通勤碳排放全局自相关	(140)
6.5.2 西安市家庭通勤碳排放局部自相关	(140)
6.6 产业区为单元的碳排放量分布	(143)
6.6.1 碳排放量的区域分布特征	(143)
6.6.2 产业区的碳排放量空间分布	(144)
6.7 小结	(148)
参考文献	(149)
第7章 影响碳排空间分布的主要因素	(150)
7.1 概要	(150)
7.2 城市空间参数与家庭通勤碳排放的模型	(151)
7.2.1 自变量的选取	(151)
7.2.2 自变量与因变量相关性检验	(152)
7.2.3 自变量与自变量相关性检验	(152)
7.2.4 模型构建及有效性检查	(153)
7.3 城市空间距离与个人通勤碳排放模型	(154)
7.3.1 自变量的选取	(154)
7.3.2 自变量与因变量的相关性检验	(155)
7.3.3 模型的构建与检验	(156)
7.4 城市空间距离与家庭通勤碳排放模型	(159)
7.4.1 自变量的选取	(159)
7.4.2 自变量与因变量的相关性检验	(160)
7.4.3 模型的构建与检验	(161)
7.5 小结	(162)
第8章 社区角度通勤交通碳排放研究	(164)
8.1 社区选择	(164)
8.1.1 社区选择依据	(164)

8.1.2	商品房	(164)
8.1.3	单位房	(166)
8.1.4	城中村	(167)
8.1.5	政策性住房	(168)
8.2	社区通勤碳排放空间分布	(169)
8.3	同类社区碳排放特征分析	(171)
8.3.1	商品房小区通勤碳排放特征	(171)
8.3.2	单位社区通勤碳排放特征	(173)
8.3.3	城中村通勤碳排放特征	(175)
8.3.4	政策性住房通勤碳排放特征	(177)
8.4	各社区通勤高碳排放群体特征分析	(179)
8.4.1	各社区高碳排放居民年龄分布	(179)
8.4.2	各社区高碳排放居民职业分布	(180)
8.4.3	各社区高碳排放居民受教育程度分布	(180)
8.5	小结	(181)
	参考文献	(181)
第9章	国内外城市碳排放特征及其与西安的对比研究	(184)
9.1	概述	(184)
9.2	城市简介	(185)
9.2.1	北京	(185)
9.2.2	班加罗尔	(186)
9.3	东西部中心扩张型城市对比研究	(188)
9.3.1	数据来源	(188)
9.3.2	城市特征对比分析	(189)
9.3.3	城市碳排放描述性对比分析	(191)
9.3.4	城市通勤碳排放空间分布	(192)
9.3.5	中心扩张型城市通勤碳排放影响因素对比分析	(198)
9.3.6	小结	(202)
9.4	国内外城市对比研究	(203)
9.4.1	数据来源	(203)
9.4.2	城市特征对比分析	(204)
9.4.3	中心扩张型城市碳排放描述性对比分析	(206)

9.4.4 中心扩张型城市通勤碳排放空间分布	(207)
9.4.5 中心扩张型城市通勤碳排放影响因素对比分析	(210)
9.4.6 小结	(216)
参考文献	(217)
第 10 章 低碳交通建设的政策研究	(219)
10.1 引言	(219)
10.2 交通工具与能源政策	(219)
10.2.1 交通工具技术革新	(220)
10.2.2 车辆管理控制	(220)
10.3 交通系统优化与模式转换	(221)
10.3.1 交通组织优化与智能化管理	(221)
10.3.2 交通结构低碳化	(222)
10.4 城市规划与交通规划相协调	(224)
10.4.1 土地开发与综合交通规划相协调	(224)
10.4.2 城市形态与交通发展相匹配	(225)
10.4.3 城市均衡发展	(226)
10.5 低碳社区建设	(227)
10.6 低碳交通建设管理体系	(228)
附录 A 《空间规划与低碳西安》问卷调查	(230)
附录 B 研究小组近十年相关学术成果	(230)

第1章 绪 论

18世纪中叶的工业革命带来了技术进步,世界对于能源的需求也急速上涨,造成燃煤数量、石化产品消耗量的不断上升。由此带来的一个全球性问题,就是碳排放量无法逆转的增加。2010年IPCC(政府间气候变化专门委员会)指出,仅在1970—2004年期间,全球二氧化碳排放就增加了约80%。

碳排放量的增加给人类的生存环境带来的影响清晰可见。进入21世纪以来,由于二氧化碳及温室气体浓度增加引发的温室效应所造成的极端异常天气,对全球的气候环境、水资源系统、海洋环境、生态系统以及社会经济等造成了灾难性的影响。特别是近一个世纪以来,化石燃料的大量消耗排放产生的CO₂及其他温室气体已造成全球的平均气温上升0.15~0.6℃。南北极由于全球变暖而冰川消融,导致海平面不断上升。美国海洋大气局Douglas B. C. (1991)根据世界21个最具代表性的验潮站记录,发现过去100年间海平面已经上升了18 cm,而到21世纪末,这个数字可能达到50 cm或更多^[1]。水城威尼斯、澳大利亚大堡礁等著名景点都已经面临逐渐消亡的命运。全球每年由于极端异常气候造成的损失达到近千亿美元,给人类生活、社会发展带来了极大的阻碍。IPCC已经发布了4次综合评估报告,第四次报告^[2]指出:全球气候变暖是一个既定事实,而人类活动是驱动全球气候变暖的最主要因素。

世界银行发布的年度报告^[3]指出,2003年全球二氧化碳排放已比1990年高出16%;美国科学院于2007年下旬发布的研究报告显示,2000—2004年间世界二氧化碳排放的增加速率是20世纪90年代的近三倍。碳排放大量增加的一个主要原因是新兴经济体的快速经济发展和快速城市化。1960年时,低中收入国家碳排放量仅占世界排放总量的1/3,中国在1990—2003年间碳排放总量增加73%,印度碳排放总量增加88%,而美国和日本碳排放总量分别增加20%和15%,欧盟国家碳排放总量仅增加3%。碳排放的增加与日益增加的产业消耗和经济活动密切相关。

在意识到这一系列问题后,从1972年斯德哥尔摩的联合国人类环境会议