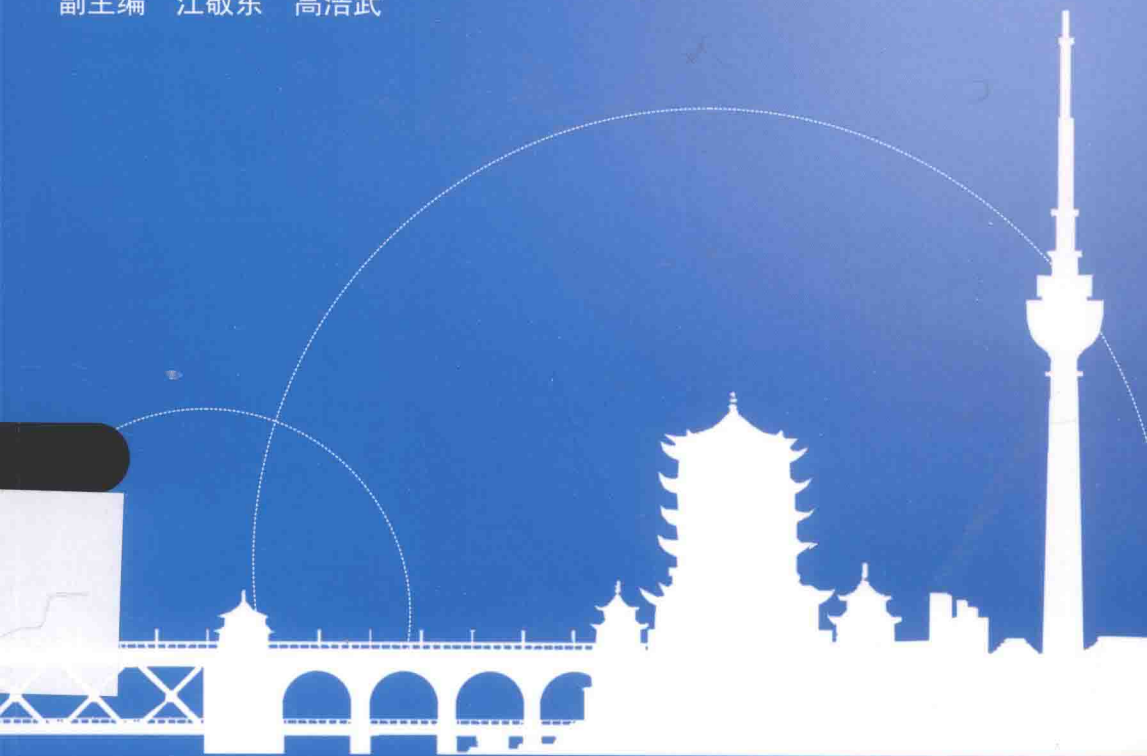


低碳武汉研究

主 编 黄经南 韩笋生

副主编 江敬东 高浩武



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

低碳武汉研究

主 编 黄经南 韩笋生
副主编 江敬东 高浩武



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

低碳武汉研究/黄经南,韩笄生主编. —武汉:武汉大学出版社,
2015.4

ISBN 978-7-307-15191-8

I. 低… II. ①黄… ②韩… III. 城市—节能—研究—武汉市
IV. TK01

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 028925 号

责任编辑:李汉保 责任校对:李孟潇 版式设计:马 佳

出版发行: **武汉大学出版社** (430072 武昌 珞珈山)

(电子邮件: cbs22@whu.edu.cn 网址: www.wdp.com.cn)

印刷:武汉中远印务有限公司

开本: 720 × 1000 1/16 印张: 14.75 字数: 211 千字 插页: 1

版次: 2015 年 4 月第 1 版 2015 年 4 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-307-15191-8 定价: 35.00 元

版权所有,不得翻印;凡购我社的图书,如有质量问题,请与当地图书销售部门联系调换。

序 言

“低碳城市”这一概念和理论的提出已有近十年了，科研成果及论文出了不少，可是在城市中，无论是市民、领导，还是规划人员对此真正了解和关注的并不多，潜意识里大家总还是觉得那是科研的事情，离咱们的城市生活还相距很远。但近几年，随着城市中雾霾天数的增加，蓝天白云、晴空万里渐渐成了大家对昔日的美好记忆，只有暴雨过后、西部行甚至出国游才能远离雾霾、享受到新鲜空气，这才迫使大家不得不过来关注天空，思考如何减少或避免雾霾。

说起雾霾，当前社会上许多人认为这主要是工业污染所造成的，只要政府及企业能管控、治理好废气排放，这一问题就能得以解决。的确，管控、治理好废气能使城市大气环境有所改善，但不能全面解决雾霾问题，因为促使城市二氧化碳排放量增加、造成雾霾的原因并不只是由企业生产所造成，至少还受生活和交通这两个方面因素的影响。事实上，家庭生活中所用于照明或空调的电，以及用于做饭、取暖的天然气、油和煤等会消耗能源产生碳排放；而大家外出上班、上学、购物、旅行所乘交通工具，如小汽车、公交车等同样会消耗能源产生碳排放。很显然，城市作为人类活动的主要场所，也是能源消耗和碳排放的主体。有的国际专家研究发现：从1970年至2004年的35年间，人为温室气体的排放量增加了约70%，其中人为二氧化碳排放量增加了约80%，全球碳排放总量的75%来自于城市。而国内专家也研究发现；1995—2004年的10年间，中国家庭碳排放占总碳排放量的比重也由19%上升到30%，因此，城市需要而且必须研究如何减少二氧化碳排放量。

由武汉大学城市设计学院黄经南博士牵头、10余位老师参加，在澳洲研究基金的支持下，于2010年9月至12月在武汉市开展了空间规划与低碳城市的问卷调查和低碳城市研究，重点结合武汉市

的城市空间格局，以侧重主城区、兼顾城郊新区为原则，对武汉市域、特别是主城区的碳排放特征进行了深入分析和研究，撰写发表了数十篇论文，并汇总形成了这本《低碳武汉研究》。

仔细阅读这本研究成果，我从中发现了许多对武汉市以及其他城市都有用的资料，也引发了我的深入思考：

一、在家庭日常出行碳排放结构中，私人小汽车碳排放量所占比例最高达 82%，其次是出租车为 12%，而公交车（包括轻轨、地铁）作为目前武汉居民主要的出行方式，其碳排放却只占有所有交通方式碳排放的 3%。为减少碳排放、避免雾霾，我们究竟应该发展公共交通还是发展私人小汽车？

二、家庭日常出行出现碳排放高值聚集和热点区域——沌口开发区，其公共交通体系不健全，仅有 16 条公交线（同为开发区的光谷有 64 条公交线），公交难以满足当地居民的日常出行需要，居民不得不使用私人小汽车，使用公共交通出行的比例仅为 9.5%，远低于冷点青山片区的 42.1%。研究表明，路网密度、公交站点密度越高的地区，其家庭出行碳排放越低，公共交通可达性每增加 10%，相应可以减少 5.8% 碳排放。在这样的情况下，我们是否应该早日调整、完善这些地区的公交系统，方便居民选择公共交通出行？

三、对沌口等地区的研究还发现，正是由于其土地使用单一功能区的划分，直接影响到居民通勤和娱乐购物的出行距离，使家庭出行单位距离及碳排放量增加近一倍，而土地混合度越高的区域，其居民日常交通出行距离及碳排放则越低。在这样的情况下，我们再考虑城市结构的研究及规划时，是否还能只是简单的功能分区？

.....

相信当你把全书读完，就能从中发现许多有用的参考、借鉴资料，并将促使你思考更多、更多！

武汉市国土资源和规划局副局长 教授级高级工程师

刘奇志

2014 年 9 月

前 言

近年来,如何成为低碳城市成为世界各国关注的热点。这是因为城市集聚了地球上大多数的人口,是能源消耗的集中地,也是碳排放的主体。然而目前对于城市碳排放的研究,更多的是局限于行业、部门、个人或宏观层面上的碳排放构成以及碳排放的影响因素,对于构成城市活动基本单元——家庭——与碳排放之间的关联研究相对空白。而事实是,城市家庭碳排放是城市碳排放的主要来源之一,并且占总碳排放的比例还在不断上升。尤其是对于处于高速城市化进程和快速机动化双重影响下的我国城市,这一趋势更为明显。武汉,作为湖北省省会和中部地区最大的城市,同时也是我国重要的工业基地、交通枢纽、科研中心,庞大的人口,传统的产业结构、交通条件,使其建设低碳城市的任务艰巨。加上其特有的多中心的空间结构,更使其成为研究空间策略下低碳城市的典型。本书以武汉为研究对象,分析其家庭碳排放空间分布及不同因素对碳排放的影响,并从空间规划入手,提出降低家庭碳排放的相关策略。最终目标是以此为借鉴,为全国大城市的低碳城市建设提供理论依据。

本书研究的主要内容包括以下几部分:

(1) 结合问卷调查所得基础数据,建立家庭交通出行碳排放模型,计算家庭交通出行碳排放量。

(2) 结合家庭碳排放数据,验证武汉市城市空间形态是否为多中心空间结构。

(3) 采用冷点分析、LISA、相关分析等多种定量分析法,剖析武汉市家庭交通出行碳排放的空间分布特征。

(4) 分析家庭成员社会经济属性、城市居住空间分布异同、

家庭出行特征、道路交通设施便利程度等对家庭碳排放的影响机制。

(5) 从微观层面出发,选取典型的城市社区,再次验证以上不同因素对家庭出行碳排放是否同样存在。

(6) 基于研究结果,分别从空间规划和政策管理两个方面分别提出降低武汉居民交通出行碳排放的应对策略。

本书的数据源于2010年9月至12月在武汉开展的“空间规划与低碳城市”问卷调查。以此为基础,近年来作者已在国内外相关学术期刊和会议发表论文数篇。现集结成书,编撰出版。

本书由黄经南牵头,韩笋生、江敬东、高浩武、院鑫泉、胡杰、黄小康、李丹哲、李玉岭、丁玮、杜碧川、陈舒怡等共同编写完成。分工如下:策划和统稿由黄经南、韩笋生、江敬东、高浩武负责。

第1章,院鑫泉完成了研究实例武汉市简介(经济、人口、多中心空间结构的形成);第2章及第3章,高浩武完成了研究方法和调查样本的基本特征及家庭碳排放测算;第4章,黄小康、高浩武、韩笋生完成了基于社会经济属性的城市家庭居民日常交通出行碳排放研究;第5章,胡杰、刘沛完成了武汉市的多中心空间结构——基于家庭碳排放数据的实证;第6章,李丹哲、韩笋生完成了中国城市家庭碳排放的空间分布特征;第7章,李玉岭、韩笋生完成了武汉市城市居住空间分异与碳排放相关性研究;第8章,高浩武、韩笋生完成了道路交通设施便利度对家庭日常交通出行碳排放影响研究;第9章,丁玮、杜碧川、韩笋生完成了武汉市家庭出行特征与出行碳排放研究;第10章,杜宁睿、刘沛完成了住家周边土地混合度与家庭日常交通出行碳排放影响研究;第11章,陈舒怡、王国恩、韩笋生完成了基于微观层次的空间结构与出行碳排放分析——以武汉市为例;第12章,结论部分由高浩武负责完成。

本书以澳洲研究基金(Australian Research Council, ARC)项目“低碳城市的配置:空间参数在中国单中心和多中心城市中的作用研究”(Configuring low carbon cities: an exploration of the role of spatial parameters in monocentric and polycentric examples in China)

(项目号: ARC DP1094801) 为基础。在此对澳洲研究基金的资助深表谢意! 武汉大学出版社为本书的出版做出了大量的工作, 在此表示诚挚的谢意! 由于此书是首次编写, 时间仓促, 作者水平有限, 不足之处在所难免, 敬请读者批评斧正。

作 者

2014 年 8 月

目 录

导 论	1
第 1 章 武汉市简介	8
1.1 相关背景	8
1.2 城市空间形态	15
参考文献	23
第 2 章 研究方法	25
2.1 数据来源与问卷调查	25
2.2 数据处理方法	29
参考文献	41
第 3 章 调查样本的基本特征及家庭碳排放测算	43
3.1 调查样本的基本特征	43
3.2 家庭碳排放测算结果	48
3.3 家庭社会经济属性与家庭出行碳排放的关系	53
参考文献	57
第 4 章 基于社会经济属性的武汉市家庭居民日常交通出行 碳排放研究	58
4.1 概述	58
4.2 国内外研究现状	59
4.3 研究方法	62
4.4 研究结果	63

4.5 讨论	70
4.6 结语	72
参考文献	73
第5章 武汉市的多中心空间结构	
——基于家庭碳排放数据的实证	77
5.1 概述	77
5.2 国内外相关研究进展	80
5.3 研究方法	83
5.4 研究结果	89
5.5 讨论	92
5.6 结语	96
参考文献	97
第6章 武汉市家庭碳排放的空间分布特征	101
6.1 概述	101
6.2 国内外研究现状	102
6.3 研究方法	104
6.4 研究结果	105
6.5 讨论	112
6.6 结语	116
参考文献	117
第7章 武汉市城市居住空间分异与碳排放相关性研究	120
7.1 概述	120
7.2 国内外相关研究进展	121
7.3 研究方法	127
7.4 研究结果	128
7.5 讨论	137
7.6 结论	139

参考文献	140
第8章 武汉市道路交通设施便利度对家庭日常交通出行碳排放的影响	146
8.1 概述	146
8.2 国内外研究现状	147
8.3 研究方法	150
8.4 研究结果	153
8.5 讨论	163
8.6 结语	165
参考文献	166
第9章 武汉市居民通勤出行特征与家庭出行碳排放研究	170
9.1 概述	170
9.2 国内外研究现状	170
9.3 研究方法	174
9.4 研究结果	174
9.5 讨论	179
9.6 结语	181
参考文献	183
第10章 武汉市住家周边土地混合度与家庭日常交通出行碳排放影响研究	187
10.1 概述	187
10.2 国内外相关研究进展	188
10.3 研究方法	190
10.4 研究结果	191
10.5 讨论与结语	193
参考文献	195

第 11 章 基于微观层次的武汉城市空间结构与家庭出行	
碳排放分析	198
11.1 概述	198
11.2 国内外相关研究	199
11.3 研究方法	202
11.4 研究发现	202
11.5 讨论	210
11.6 结语	212
参考文献	213
第 12 章 结论	217
12.1 结果	217
12.2 讨论	220
12.3 项目研究中的不足	223
后 记	225

导 论

全球气候变暖日益引起国际社会的普遍关注。政府间气候变化专门委员会 (IPCC) 2007 年的报告^①指出: 自工业化时代以来, 由于人类的活动造成的温室效应气体 (GHG) 的排放已导致大气中 GHG 浓度的显著增加, 全球平均空气及海洋温度正在上升, 全球气候变暖现象已成事实; 全球温室气体排放自 20 世纪 70 年代到 21 世纪初不到 40 年间上升了 70%, 地球表面温度升高了 0.69 度^②。气候变化对全球环境的影响日益受到国际社会的关注, 各国承担碳减排的任务和责任也在不断强化。

相关研究表明, 城市化和土地利用的变化与全球碳排放浓度的增加有较强的相关关系^[1], 据国际能源机构 (IEA) 估计, 2006 年全球城市的能耗占到全球总能耗的 2/3, 这一比例到 2030 年将上升至 3/4^[2]。可见, 未来与能源相关的碳排放量的增长主要来自于城市, 如图 1 所示。一方面, 城市不仅是全球碳排放的主体, 也是全球气候异常的主要受害者, 全球气候变暖引起的本地 (Local) 层面的极端气候事件频发, 自 1970 年以来全球呈现出热带气旋强度增大的趋势, 造成区域性的热事件、热浪、强降水事件发生的概率不断上升。北半球高纬度地区在 20 世纪后半部分暴雨频率增加了 2% ~ 4%^[3]。在 2011 年夏天, 中国的北京、上海、成都、武

① 世界气象组织 (WMO) 和联合国环境规划署 (UNEP) 于 1988 年联合建立了政府间气候变化专门委员会 (IPCC)。IPCC 分别于 1990 年、1995 年、2001 年和 2007 年发表了 4 份全球气候评估报告。

② 数据来源于 2007 年联合国政府间气候变化专门委员会 (IPCC) 前后发表的评估报告书。

汉、长沙等大城市相继遭受特大暴雨，对城市的正常运营造成巨大影响^①，全球气候变暖引起的极端事件已经深深影响到了城市居民的日常生活。降低碳排放，减少全球气候变暖引起的负面影响，不仅是国家宏观政策的重要一部分，也已经成为许多城市居民的共识。另一方面，由于城市人口密集，经济发达，其低碳效应会引起很强的示范效应，因此追求低碳型的城市是世界城市化发展的趋势。

从全球节能减排来看，世界各国正协同做出了努力。如在1997年12月，世界多国和地区的代表通过了《京都协定书》，以此来限制发达国家温室气体排放量及抑制全球变暖。具体不同国家采取了不一样的战略以应对温室气体排放问题。英国，作为工业革命的发源国家，其表示在遵守《京都协定书》的基础上，愿意在温室气体减排方面承担更多的责任；而法国和丹麦则均采取发展可再生能源和清洁能源；美国则从改造传统高碳产业、加强低碳技术创新，制定一系列法律文件来减少碳排放。虽然全球节能减排略有成效，但除西方少数国家外，世界上大部分国家仍采用粗放式的、以环境污染为代价的经济发展模式，世界减排任重而道远。

从国家宏观角度来看，2007年，我国超越美国成为世界上二氧化碳排放总量最大、排放量增量最大的国家。面对各国承担碳减排的责任和义务，我国政府采取了相应的行动，提出到2020年我国单位国内生产总值二氧化碳排放比2005年下降40%~50%^②，并作为约束性指标纳入国民经济和社会发展规划中。在快速城市化和经济高速发展的背景下，我国的发展受到来自环境、社会、全球政治的相关压力，对此，2005年党的十六届五中全会首次提

① “中国暴雨一再倾城 城市内涝苦苦求解”，搜狐财经，网址：<http://business.sohu.com/2010704/n312367463.shtml>。

② 2009年11月25日，国务院常务会议决定，到2020年中国单位GDP CO₂排放比2005年下降40%~45%。国务院总理温家宝也出席了同年12月7—18日在丹麦哥本哈根举行的联合国气候变化框架会议第15次缔约方会议，并与全球主要国家领导人共同商讨《京都议定书》一期承诺到期后的后续方案，就未来应对气候变化的全球行动签署新的协议。

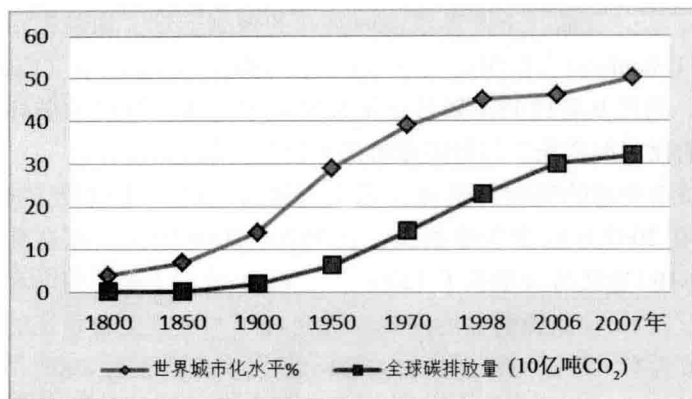


图1 全球温室气体排放量增长与城市化发展水平发展轨迹比较^[4]

出“两型社会”，如何在保持经济平稳增长，提高人民生活质量的情况下，减少城市能源消耗与含碳气体的排放，走低碳环保可持续发展的道路，成为当今中国非常关注的重要议题。

我国城市化已经进入高速发展时期，城市化水平每年以 1.4% 以上的速度增长，截至 2008 年末，城镇人口已经达到 6.07 亿，预计到 2030 年，我国城市化人口将达到 10 亿，城市化水平将达到 65%^[5]，这是世界上任何一个国家都没有经历过的城市化快速发展的阶段^[6]。当前城镇人均能耗为农村的 3 倍多，每年近千万人从农村转移到城市，导致能源消耗总量不断增加^[7]，85% 的能源被城镇所消耗，85% 的二氧化碳排放也来自城镇^[8]。随着我国经济和社会发展水平的不断提高，我国城市居民的消费结构由原来的“衣、食”逐步升级到“住、行”等方面^[9]，表明我国的城市居民对住房选择的要求越来越高，对小汽车使用需求会越来越大，城市碳减排的压力将加大^[10]。

建设低碳城市已经成为各国遏制碳排放的一项重要对策^{[11],[12]}，从能源最终使用的角度来看，城市碳排放主要来源于产业、居住、交通三个方面，构建低碳城市就是发展低碳经济，形成健康、节约、低消耗的生活方式和消费模式。从城市规划角度来

说,就是对空间进行合理的整合和安排,以低碳为导向构建低碳城市空间^[13]。目前,全世界范围内兴起的规划运动,如新都市主义(New Urbanism)、精明增长(Smart Growth)、紧凑城市(Compact City),虽然其直接的规划目标是减轻城市活动对环境的破坏和能源的消耗,但实质上与低碳城市的主旨是一致的。

城市交通的碳减排是减少温室气体排放的一个重要方向^[14]。IPCC在2007年的报告中指出:在1970—2004年间,源自交通运输的GHG直接排放增长了120%^[15]。Richard和Peiser等学者通过研究欧洲15国能源消耗的现状,研究表明,降低交通系统的碳排已经成为影响欧洲城市碳排的关键问题^[16]。世界银行2009年发布的《城市交通与二氧化碳排放:中国城市的一些特征》的研究报告表明,能耗和二氧化碳排放量增加的主要原因,是居民个人的出行次数和出行距离的增加,以及出行方式逐渐转向私人轿车等机动化、低承载的交通方式。目前,城市出行交通方式的改变造成的碳排放的增加速度超过了车辆和燃油改善技术带来的减排速度^[17],随着我国城市化进程的加快和经济发展水平的不断提高,机动化水平仍有很大的增长空间,交通能耗所占的比例会越来越高^[18]。随着居民日常交通出行量的不断增加,交通出行碳排放将快速增长并会削弱其他领域的减排努力,增加了整体减排目标实现的难度^[19]。而交通出行碳排放的影响因素有很多:如城市形态方面,城市空间形态对城市居民的直接碳排放有着明显的影响^[20];城市交通设施方面,一般认为交通设施越发达,居民机动车出行的比例越高,反之亦然,交通设施便利度对居民交通出行的产生具有重要的引力作用^[21];土地混合度方面,土地混合度低,影响居民出行距离,使得家庭居民出行单位距离碳排放随之增加^[22]。除此之外,现有相关研究表明,家庭居民成员的社会属性、家庭出行特征、房价等因素也与交通出行碳排放有一定联系,如老年人人均出行碳排放量与老年化人口比重之间存在二次方关系^[23]。

武汉,中国湖北省省会,中国中部地区最大的城市,中国重要的工业基地、交通枢纽和科教中心。长江与汉江在武汉交汇,贯穿市区,将武汉划分为武昌、汉口、汉阳三镇,形成了“两江交汇、

“三镇鼎立”的自然格局^[24]。武汉的经济以钢铁、汽车及机械装备、光电子信息和石油化工四大产业为支柱^[25]。工业对能源的需求较大,而武汉市的工业大多处于低产能高耗能的粗放型发展状态,造成了全市的高耗能产业结构^[26]。与此同时,在城市交通中,城市居民的日常交通出行所占的比例不断上升,尤其是在机动车数量猛增、家庭小汽车日益普及的大趋势下。武汉市的机动车数量在过去的29年间(1983—2012)增长迅速,从1983年的6.2万辆到2012年的134万辆,增长了22倍,其平均年增长率达到11.8%^[27]。

武汉,作为国内多中心大城市之一,系统分析其家庭居民日常交通出行碳排放及其影响因素,通过促进土地利用和交通的协调发展,能够改变城市居民出行过分依赖小汽车的趋势,并促进以公共交通为主的低碳出行模式。同时具有解决武汉交通堵塞、维护能源安全、提高空气质量和居民身体素质的共生效益。作为武汉城市圈圈心城市的武汉,其低碳研究结论对武汉城市圈各城市乃至国内其他大城市实现低碳发展具有重要借鉴意义。

参 考 文 献

- [1] E Kalnay M C. Impact of urbanization and land-use change on climate[J]. *Nature*, 2003(423): 528-531.
- [2] KEY WORLD ENERGY STATISTICS 2007[EB/OL]. <http://www.iea.org/>.
- [3] Change I C. The physical science basis. Contribution of working group I to the fourth assessment report of the IPCC[Z]. Cambridge University Press, 2007.
- [4] 顾朝林,谭纵波,刘宛. 低碳城市规划:寻求低碳化发展[J]. *建设科技*, 2009(15): 40-41.
- [5] 倪鹏飞. 2008年中国城市竞争力蓝皮书:中国城市竞争力报告[R]. 中国社会科学院财政与贸易研究所, 2008.
- [6] 张同升梁进社宋金平. 中国城市化水平测定研究综述[J]. *城*