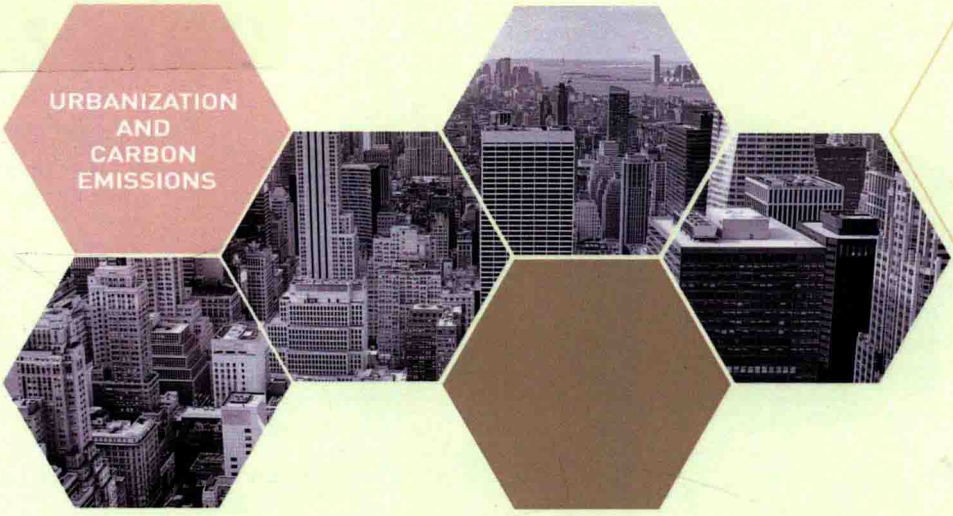


城市化与碳排放关系研究
以重庆市为例的实证分析

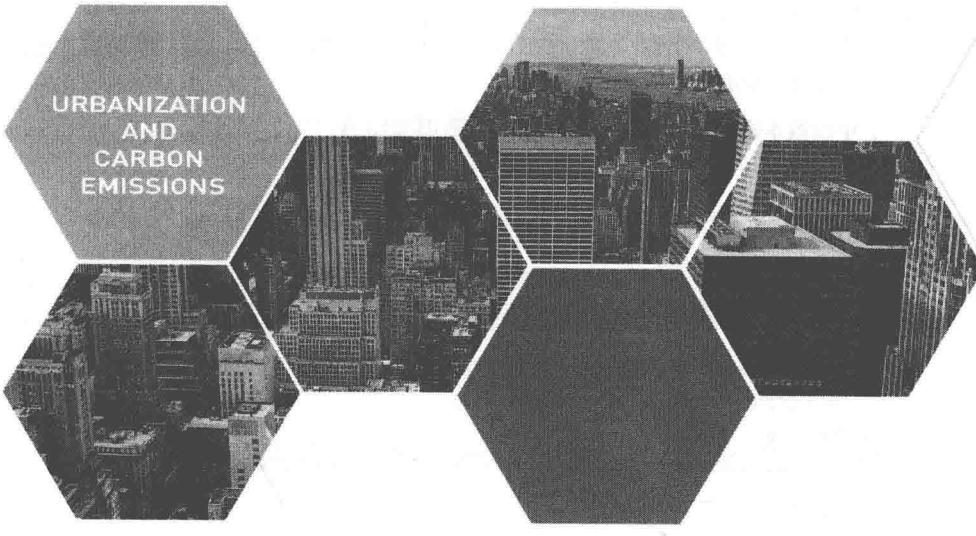
CHENGSHIHUA YU TANPAIFANG GUANXI YANJIU
YI CHONGQINGSHI WEILI DE SHIZHENG FENXI

曾德珩 著

重庆出版集团 重庆出版社

国家社
（编号

价指标体系研究”　资助出版



城市化与碳排放关系研究
以重庆市为例的实证分析

CHENGSHIHUA YU TANPAIFANG GUANXI YANJIU
YI CHONGQINGSHI WEILI DE SHIZHENG FENXI

曾德珩 著

重庆出版集团　重庆出版社

图书在版编目(CIP)数据

城市化与碳排放关系研究:以重庆市为例的实证分析/曾德珩著. —重庆:重庆出版社,2017.2
ISBN 978-7-229-12030-6
Ⅰ.①城… Ⅱ.①曾… Ⅲ.①城市化—关系—二氧化碳—排气—研究—重庆 Ⅳ.①X511

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 033210 号

城市化与碳排放关系研究——以重庆市为例的实证分析

CHENGSHIHUA YU TANPAIFANG GUANXI YANJIU——
YI CHONGQINGSHI WEILI DE SHIZHENG FENGXI

曾德珩 著

责任编辑:张立武
责任校对:李小君
封面设计:黄俊棚
版式设计:重庆宏霖制版有限公司·曾令华

重庆出版集团
重庆出版社 出版

重庆市南岸区南滨路 162 号 1 幢 邮政编码:400061 http://www.cqph.com
重庆新生代彩印技术有限公司印刷
重庆出版集团图书发行有限公司发行
邮购电话:023-61520646
全国新华书店经销

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:13.5 字数:240 千
2017 年 3 月第 1 版 2017 年 3 月第 1 次印刷
ISBN 978-7-229-12030-6
定价:39.00 元

如有印装质量问题,请向本集团图书发行有限公司调换:023-61520678

版权所有 侵权必究

目录

CONTENTS

导 言 …… 1

1 城市化与碳排放关系研究的背景与文献综述 …… 4

1.1 中国城市碳减排的背景 …… 5

1.2 城市化进程中的碳源及其控制 …… 12

1.3 城市化与碳排放关系研究的主要成果 …… 18

2 城市化与碳排放关系的演变规律与作用机制 …… 32

2.1 城市化与碳排放关系研究的理论基础 …… 32

2.2 城市化与碳排放的作用机制 …… 36

3 城市化与碳排放的界定与测度 …… 42

3.1 城市化的界定与测度 …… 42

3.2 碳排放的界定与测度 …… 57

4 中国整体城市化与碳排放增长的关系 …… 66

4.1 中国城市化各阶段对碳排放影响的定性分析 …… 66

4.2 城市化与碳排放关系的分析模型与数据来源 …… 73

4.3 城市化水平与碳排放总量的协整性与因果关系检验 …… 75

4.4 不同国家城市化中期城市化与碳排放关系比较 …… 80

4.5 中国城市化与碳排放强度的关系研究 …… 85

5 省际区域城市化对碳排放的影响分析 …… 90

5.1 省际区域城市化对碳排放影响模型与数据来源 …… 90
5.2 东、中、西部地区的估计结果 …… 92
5.3 东、中、西部地区估计结果的比较 …… 97

6 重庆市城市发展与碳排放 …… 103
6.1 重庆市概况 …… 103
6.2 重庆市城市化与碳排放水平 …… 110

7 重庆市城市扩张与转型对碳排放的影响 …… 115
7.1 城市扩张与转型的评价模型的选择 …… 116
7.2 重庆市城市扩张与转型的统计与指标描述 …… 119
7.3 重庆城市扩张与转型与碳排放的关系分析 …… 122

8 重庆市城市化进程中的区域碳平衡 …… 127
8.1 城市碳循环与碳平衡研究的理论框架与研究方法 …… 127
8.2 重庆市 2005—2011 年碳平衡的动态分析 …… 134
8.3 重庆市碳失衡的成因与对策 …… 140

9 重庆市碳承载力的评价与提升策略 …… 144
9.1 城市碳承载力相关理论 …… 144
9.2 城市碳承载力的评价方法 …… 148
9.3 重庆市综合碳承载力实证分析 …… 164
9.4 重庆市碳承载力改善策略 …… 172

附表 …… 178

参考文献 …… 190

后记 …… 212

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

导　言

出版《城市化与碳排放关系研究》，心情很难平静。回溯自2010年以来的研究经历，才发觉在这短短的6年间，自己已经不知不觉地陷入到“低碳城市建设”的大研究主题中。自2004年在重庆大学任教以来，先后辗转多个研究领域，从房地产市场到保障性住房，再到建筑节能，均有所涉猎，但未至深入。学术研究不是旅游，不可以兴之所至，浅尝辄止，终究需要在一个研究方向上进行持续的探索与积累方有所成。

踏入“低碳城市”领域这条河流，最初来自一条新闻。2010年4月15日，美国总统奥巴马在接受澳大利亚电视台采访说：“如果10多亿中国人也过上与美国、澳大利亚同样的生活，那将是人类的悲剧，地球资源根本承受不了，全世界将陷入非常悲惨的境地。美国并不想限制中国的发展，但中国在发展的时候要承担起国际责任。中国人要富裕起来可以，但中国领导人应该想一个新模式，不要让地球无法承担。”当西方将高耗能、高污染的产业都转移到了世界各地，并率先“垂范”高消费的生活方式给人带来了眼下的方便与享受时，美国总统竟然告诉刚刚发展起来的中国人不应过上和澳大利亚人、美国人一样的生活，因为这样会消耗更多的电能，排放更多的二氧化碳。

“今天遇到的很多事情都可以在历史上找到影子，历史上发生过的很多事情也都可以作为今天的镜鉴。”当美国要求中国承担减排责任，走低碳发展道路的时候，不禁想问中国低碳与美国低碳是不是一回事？中国需要的低碳，是一个如同奥巴马所希望的“去工业化”或“去工业化发展”的政治概念，还是一个由更高效能源体系、产业结构等构成的更为发展的技术概念。背后所隐藏的其实是对中国发展方式与发展道路选择的问题。

重庆大学建设管理与房地产学院是一个在城市经济与环境研究方面有着深厚积累的学院。2010年，在和博士导师任宏教授讨论以后，毅然决定投入到低碳

城市的研究。同年，有些意外地获得澳大利亚昆士兰大学工程、建筑及资讯科技学院冯波教授的邀请，赴澳学习访问。作为一个发展中国家的研究人员，在学习与讨论中，会发觉自己所关注的问题与来自发达国家的同业间虽有共同之处，但却有更多的不同。例如，他们在很大程度上并不能理解中国城市化的路径以及中国在工业化与城市化中所付出的代价，当聚焦于中国作为全球第一碳排放国时，更多地强调中国的责任，却不能厘清不同国家间的差异。2014 年，有幸接受申立银教授指导继续开展相关研究，并于 2015 年加入申老师领衔的国家社会科学基金重点项目“低碳城市建设评价指标体系研究”团队，让我能在这一领域开展持续的研究。

鉴往知来，过去几十年来经济的快速发展，中国已经发生了深刻变化，也承担了资源环境方面的代价。城市作为中国发展的缩影与二氧化碳的最大来源地，厘清我国城市化与碳排放的作用机理与伴生关系，成为本著讨论的主线。全著主要包括以下三个部分：

第一部分，理论篇，包括本书第 1 章与第 2 章。该部分阐明研究背景与研究意义，对关于城市化导致的碳排放增加机制，以及人口、交通、产业等城市化因素导致的碳排放影响进行梳理，对新中国成立后城市化历程与碳排放关系作定性分析，提出研究视角、方法与技术路径，并就研究可采用的模型进行分析。

第二部分，全国篇，包括本书第 3 章、第 4 章与第 5 章。该部分首先界定城市化的概念及对城市碳排放水平的测度方法进行筛选，确定城市化水平指标，在已有能耗数据基础上，计算全国及重点地区的各种碳排放水平指标。其次，对全国层面碳排放与城市化进程关系的实证研究，建立碳排放总量与城市化进程的相关性模型，对比各国在城市化同期两者间的关系，并分析碳排放强度与城市化关系，预测 2020 年中国能否达到承诺的减排目标。最后，通过对全国 31 个省市自治区直辖市 1995—2010 年城市化与碳排放数据整理，采用 IPAT 模型，并在模型中增加城市化与产业结构变量，对我国中、东、西部地区的碳排放影响因素进行对比研究，并提出政策建议。

第三部分，重庆篇，包括本书第 6 至 9 章。首先以重庆市为例，分析城市扩张与转型对碳排放的影响。采用城市转型与扩张评价体系，分析了重庆市的扩张与转型的现状与趋势，分析了这两种因素与碳排放之间的关系，并就其近期、远期影响分别研究。其次，采用陆地生态系统的碳存储模型，在城市碳收支基本理论框架基础上，分析重庆市整体与区域碳平衡现状与趋势，分析碳失衡的原

因，并提出对策。最后，将承载力研究与城市碳排放研究相结合，利用 DPSIR 模型构建了碳承载力概念模型，并结合文献研究建立了重庆市碳承载力评价指标体系和评价模型，对重庆市碳承载力进行实证分析。

1 城市化与碳排放关系研究的背景与文献综述

我国作为全球碳排放最多的国家之一，城市发展正面临能源紧缺和环境污染的双重压力，低碳城市建设与转型已成为国家发展的重要战略举措。党的十八大报告提出“五位一体”总体布局，强调必须把生态文明低碳建设放在突出地位，着力推进绿色发展、循环发展、低碳发展。2014 年中央城镇化工作会议强调，提高城镇建设水平要把生态文明、绿色低碳发展理念全面融入城镇化建设全过程，推动形成绿色低碳的生产生活方式和城市建设运营模式，从而推进我国新型城镇化建设。同年，国务院批复了《国家应对气候变化规划（2014—2020 年）》，规划中指出，我国仍处在工业化、城镇化进程中，加快推进绿色低碳发展、有效控制温室气体排放，已成为我国转变经济发展方式、大力推进生态文明建设的内在要求。城市作为人类的聚居地和工业、建筑、交通等集中地，是人类活动最为集中的地域，也必然是高耗能和高排放的集中地，新型城镇化建设要求积极推进低碳城市建设。

低碳城市的理念基于低碳经济理论。西方国家最先提出的低碳经济理论逐渐被以英国为代表的西方发达国家用来站在国际经济的制高点，提出以低碳贸易作为国际贸易的准则来引领全球经济发展。西方发达国家均是在完成了工业化进程、进入后工业化时代之后，通过利用先进的技术进行能源结构更新，才提出了建设低碳城市的要求。而在像中国这样的发展中国家，其大多数城市较西方发达国家的城市相比，所处的发展阶段、城市产业与能源消耗结构、社会结构、消费水平等方面都存在着很大的差别。因此，如果全面接受学习西方国家低碳城市建设的标准和模式而忽略中国的国情与发展战略，则很有可能被西方发达国家提出的“碳道德”来牵制我国新型城镇化的发展，以及西方的“碳金融”打乱中国已经在社会、经济、环境等方面所取得的可持续发展成果及未来发展的战

略。因此，我国在实施低碳城市建设的过程中，不能全盘照搬西方国家低碳城市建设的经验，需要考虑我国真实国情，建立一套符合中国国情与发展道路的低碳城市建设路径。

1.1 中国城市碳减排的背景

1.1.1 碳减排的国际背景

自20世纪80年代以来，全球气候变暖已成为人类面临的重大问题与挑战。对于气候变暖的原因，工业革命以来所产生的温室气体，包括水汽、臭氧、二氧化碳、甲烷、氧化亚氮等①，被认为是使得全球气温上升1.1 ℃的主要原因。而如果放任气温的上升，在现有气温基础上再上升2 ℃，将会给包括人类在内的生态系统造成不可逆转的灾难性影响②。在科学界的这一共识下，控制温室气体排放，特别是碳排放，已成为控制全球变暖的重要环节。

通过对二氧化碳来源的分析可以发现，大气中的二氧化碳主要来源于生物的呼吸、微生物的分解、工业排放的气体和地壳运动的排放物。特别是工业革命以后，大规模使用化石燃料和城市化速度的加快，使得在过去的200年间，二氧化碳的排放量一直稳步增长。在工业革命前夕，全球的城市化水平在6%左右，CO_2浓度为280 ppm左右。到2007年，全球的城市化水平达到了50%，CO_2浓度为383.1 ppm(*WMO Greenhouse Gas Bulletin*，2007)。城市作为人口、建筑、工业、交通、消费的集聚地，所带来的能源消费增加、土地利用形式变化、植被与土壤变化和城市代谢物增长，使得城市成为了高能耗与高碳排放的重要区域。据统计，全世界城市能耗占全球能耗的75%，温室气体排放量占全球的80%。因此，城市也被认为是减少碳排放最具潜力的领域。

---

① “减排”中通常提到的温室气体主要是指CO_2、CH_4、N_2O三种，且已列入温室气体排放清单的气体。其中主要温室气体CO_2排放占全部温室气体排放量的70%~80%。

② 对于全球气候变暖的原因，甚至于是否真的变暖，在科学界是存在争议的。包括前美国国家科学院院长塞斯、气象学家沃茨和威廉·格雷等在内的一批科学家，对于联合国政府间气候变化专门委员会(Intergovernmental Panel on Climate Change，IPCC)所提供数据的真实性和结论的可信度提出了强烈的质疑，并且提出了大量的反例。特别是丹麦哥本哈根会议前，IPCC修改数据的秘密邮件曝光，更使得全球变暖蒙上了发达国家“阴谋论”的色彩(对此，本书不作过多的评述，也并不将反对者视为学术的异端，因为就碳排放本身来看，确实与城市化与工业化程度紧密相关，这才是本书的立论基础)。

自1997年12月，联合国气候变化框架公约（United Nations Framework Convention on Climate Change，UNFCCC）参加国签署《京都议定书》开始，碳减排已经从宣言与口号，变成了签署国“准强制性”条约。该协议为各国的二氧化碳排放量规定了标准，即在2008—2012年，全球主要工业国家的工业二氧化碳排放量比1990年的排放量平均要低5.2%。2005年2月16日，该协议开始强制生效。2007年底召开的联合国气候大会通过“巴厘岛路线图”，会上通过了减缓气候变化，发展低碳城市的四项决议，分别为减缓、适应气候变化，发达国家的技术转让及相应资金支持。同时，对于发展中国家的减排实施，提出了“可测量、可报告、可核实”的措施，并将这些措施与发达国家提供的技术及资金支持紧密联系。这是继《京都议定书》之后国际社会在气候变暖问题上取得的又一进步。2009年12月召开的哥本哈根世界气候大会（UNFCCC第15次缔约方会议），本意是商讨《京都议定书》一期承诺到期后的后续方案，即2012—2020年的全球减排协议，但由于工业化国家、发达国家与发展中国家的意见分歧，特别是由于未确定发达国家的减排目标，以及对于发展中国家援助的资金来源与实施监督等问题，最后形成了无约束力的《哥本哈根协议》。2012年多哈世界气候大会最终就2013年起执行《京都议定书》第二承诺期达成了一致；第二承诺期以8年期限达成一致。2015年巴黎气候变化大会达成包括《巴黎协定》和相关决定的巴黎成果，在国际社会应对气候变化进程中又向前迈出了关键一步。在长期目标上，各方承诺将全球平均气温增幅控制在低于2 ℃的水平，并向1.5 ℃温控目标努力，以降低气候变化风险；同时邀请联合国政府间气候变化专门委员会（IPCC）于2018年发布关于1.5 ℃目标的特别报告。为不断提升减排力度，《巴黎协定》明确了从2023年开始以5年为周期的全球盘点机制（global stocktake），包含对减缓行动和资金承诺等比较全面的盘点，促进未来各国逐步提升气候雄心，弥合实际气候行动与目标之间的差距。

气候变化框架公约下的减排是按照工业化国家、发达国家与发展中国家三类来进行的减排目标划分。[①] 通过现有目标的对比可以看到，作为工业化国家的代表，欧盟承诺欧洲将在2050年前削减高达95%的温室气体排放，在2020年前

① 工业化国家以1990年的排放量为基础进行削减，并承担削减排放温室气体的义务。如不能完成削减任务，可以从其他国家购买排放指标；发达国家不承担具体削减义务，但承担为发展中国家进行资金、技术援助的义务；发展中国家不承担削减义务，可以接受发达国家的资金、技术援助，但不得出卖排放指标。

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

减少30%。作为世界碳排放量第二大国,美国承诺在2020年温室气体排放量在2005年的基础上减少17%。作为发展中国家,印度将在2020年前将其单位国内生产总值(GDP)二氧化碳排放量在2005年的基础上削减20%~25%。中国政府到2020年中国单位GDP二氧化碳排放比2005年下降40%~45%(见表1.1)。

表1.1 世界主要国家温室气体减排目标

	国 家	承诺减排目标
工业化国家	欧盟	在2050年前削减高达95%的温室气体排放,在2020年前减少30%
	美国	在2020年温室气体排放量在2005年的基础上减少17%
	俄罗斯	在2020年其温室气体排放量在1990年基础上下降25%
	澳大利亚	未来十年内温室气体排放量将较2000年减少5%~15%
发达国家	英国	对困难国家给予帮助,尤其是资金援助
	韩国	2020年要比2000年下降20%
发展中国家	巴西	在2020年降低36%~39%的等效CO_2排放
	墨西哥	2020年比2000年下降30%,到2050年下降50%
	印度尼西亚	承诺到2020年将二氧化碳当量的减排量降低26%~40%
	南非	2020年在正常水平的基础上削减34%的温室气体排放量,2025年达到42%
	印度	在2020年前将其单位国内生产总值(GDP)CO_2排放量在2005年的基础上削减20%~25%
	中国	2020年中国单位GDP的CO_2排放比2005年下降40%~45%

通过比较可以看出,就发达国家和工业化国家而言,达到既定的碳排放目标并不存在过大的压力。根据欧洲环境署的数据,相比于1990年,欧盟2008年的排放已经比1990年下降了10.7%,而由于全球经济衰退的影响,2009年更是相比于2008年下降11%,2010年则同比上升了1.8%。也就是说,在2010年底,欧盟的排放已经相比于1990年下降了19.1%,距离其2020年30%的目标并不

遥远。[①] 美国宣布的减排目标，仅相当于在1990年排放量基础上减排4%～7%，与其大国地位极不相称。而作为世界上第三大温室气体排放国的俄罗斯由于20世纪90年代的经济动荡，重工业受到重创，温室气体排放大幅回落，仅相当于1990年水平的70%左右，也就是说俄罗斯只要保证现有排放水平，就已经达到了其承诺的减排目标（阿莱克桑德拉·诺维克娃，2010）。

作为碳排放总量世界第一的中国[②]，提出的2020年单位国内生产总值二氧化碳排放比2005年下降40%～45%的目标，在2030年左右二氧化碳排放达到峰值，承担着极大的压力与挑战。根据世界自然基金会的估算，这一目标的实现，相当于减少40亿吨以上的碳排放，是欧盟同时期承诺减排30%目标所能实现减排总量的3倍多。就当前的减排进程看，我国在“十一五”期间（2006—2010年）的减排目标是单位GDP能耗降低20%，相当于2010年底碳排放减排22%～23%，也意味着在2011到2020年的10年时间内，中国需要完成剩余的20%左右的减排指标，实现目标的可能性是存在的（田心，2010）。

值得注意的是在2015年巴黎气候大会中，中国政府所展现出的担当与领导力。巴黎气候大会之前，中美签署的两份气候变化联合声明和中法气候联合声明，已就谈判中的一些关键难题达成谅解，如对共区原则和透明度问题的处理等等。在推动巴黎气候谈判的进程中，中国提出应对气候变化要坚持人类命运共同体和生态文明的理念，坚持共同但有区别的责任原则，坚持气候正义，维护发展中国家基本权益，日益受到各缔约方的欢迎和重视。在谈判的关键议题上，中方促成发达国家与发展中国家之间的立场相向而行，达成妥协和谅解。中国在国内积极推进节能减排，已成为世界节能和利用新能源、可再生能源第一大国，其减排决心和力度受到国际社会的普遍好评。在全球气候合作与对外气候援助方面，中国已宣布建立200亿元人民币的气候变化南南合作基金，用于支持发展中国家应对气候变化，其力度之大，史无前例。因此，《巴黎协定》的通过显示中

① 该部分数据由www.europa.eu和彭博新能源财经BNEF综合计算得出。

② 按照国际能源署的统计，中国的温室气体年度排放在2007年已跃居全球第一，人均排放超过世界平均水平5%（实际上中国人均排放也只是澳大利亚和美国的四分之一，2009年WWF数据），而且全球新增的CO_2排放约有一半源自中国。但需要注意的是，从历史排放量来看，从1900—2005年，发达国家温室气体排放总量占全世界的80%，1950年以前排放的温室气体95%都源自发达国家，而二氧化碳排至大气后，少则50年，长则200年不会消失。对此，美国气候变化特使托德·斯特恩的话代表了发达国家对于这一事实的立场：“美国无需对于碳排放历史内疚和作出赔偿。”

国在全球气候治理的角色正从积极的参与者向引领者转变。

1.1.2 中国城市内部的碳排放压力

截至2012年年底,中国城市化率达到52.6%,城镇人口接近7.2亿,城市的"能源消耗"和"碳排放"已经占全国总消耗和总排放的85%,并仍处于高速城市化的阶段。根据联合国开发计划署(UNDP)2010年4月的《中国人类发展报告》预测,"中国在未来20年将有约4亿人口从农村转移到城市,这一巨大的内部迁移,不但涉及人数超过美国人口总数,而且将大大增加温室气体的排放"。而到2030年,中国的城市人口有望达到10亿(麦肯锡全球研究院,2008)。这使得中国寻求一条低碳的城市化道路,变得更为紧迫。

而中国作为一个人均资源稀缺的大国,在人均矿产资源、淡水资源、耕地面积、森林覆盖率等方面不及世界平均水平的1/3~1/2。城市化进程要求的大规模城市工业、基础设施和住房,需要消耗大量的能源、水泥和钢铁。据预测,到2020年中国的石油、铁、锰、铜、铅和锌的进口依存度将分别为58%、52%、38%、82%、52%和69%(庄贵阳,2008)。这表明,城市化已成为中国经济增长的主要动力,同时也受到强烈的外部资源约束。未来十年,中国城市化将面临的主要问题包括三个方面:

第一,城市化带来的人口结构改变引发碳排放增加。城市化率的上升,意味着大量农村人口进入城市,将使能源消费行为发生改变,人均用能迅速增加,城市人口增长也将引起交通、住房等用能的增加,推动城市能源消费量的增长。在上一次的中国消费结构升级中(1980—1995年),冰箱、彩电、洗衣机等家用电器得到普及;第二次消费结构升级(1995年至今),住房、汽车、通信及电子产品、文化教育及旅游消费又成为新的消费增长点。据统计,居住、直接生活用能、食品和教育文化娱乐服务四者共占据了城镇居民生活能耗的91.56%,成为了生活碳排放密集行为(王毅 等,2009)。

第二,与城市化同步的工业化,继续导致能耗增加。工业化是城市化的直接原因和物质载体,而城市化又是工业化的必然结果,两者相互联系,相互促进,两者的协调发展确实有助于促进社会经济的整体可持续发展。快速城市化成为发展中国家的首选发展路径,以工业化来推进城市化是发展中国家普遍接受的一种发展方式,但从世界工业化与城市化关系的进程来看,工业化与城市化往往并不完全同步,甚至出现极不协调的现象(周叔莲,2007)。特别是在中国的城市化

过程中，工业化存在重型化的趋势，重工业在工业总产值中的比例从1998年的56%，到“十一五”期间一直保持在70%以上。重工业单位产出能耗是轻工业的4倍，持续的高比例增长导致能源消耗增长速度的加快。2010年，高耗能工业对我国工业增加值的贡献率只有26.6%，而其耗能却占70%～80%①。

第三，交通建筑业的高速增长，推高了平均碳排放水平。交通和建筑作为国民经济中的基础部门，也成为能源消耗的大户。2009年中国汽车保有量为6 280万辆，消耗的燃油量大约是1.3亿t，占国内燃油消耗量的80%。同年中国新车产销量首次超过美国，达到1 397.1万辆，成为世界第一大新车市场，2010年又创造了1 800万辆的年度世界汽车销售新纪录②；预计到2020年中国汽车保有量将突破2亿辆大关③。而为适应城镇人口飞速增长的需求和继续改善人民生活水平的需要，在2020年前我国每年城镇新建建筑的总量将持续保持在10亿m^2/年左右，到2020年新增城镇民用建筑面积将为100亿～150亿m^2。目前，我国城镇民用建筑运行耗电占我国总发电量的22%～24%，北方地区城镇供暖消耗的燃煤占我国非发电用煤量的15%～18%，建筑消耗的能源占全国商品能源的21%～24%（江亿，2005）。通过以交通、建筑为主要排放源的西方主要城市比较可以看到，我国的上海、北京、天津的人均碳排放，已经超过了东京、汉堡、巴黎等西方城市④（龙惟定 等，2010）。

更为重要的问题是，由于中国各地城市存在着巨大的差异，城市化程度、城市人口结构、产业构成都大不相同，使得中国城市要找到一条适合所有城市的通行道路就变得更为困难。目前，中国至少有100个城市提出了打造“低碳城市”的口号，没有一个省份缺席。各个城市在减排目标上也出奇的一致，都是45%，和中国的减排承诺是一样的。可每个城市的发展状况是如此的不同。例如：鄂

---

① 就1978年以后的平均水平来看，高耗能工业对我国工业增加值的贡献率为10%～20%，由于2008年后的基础设施建设的增加，导致高能耗工业的快速增长，才出现了其贡献率的大幅增加。

② 美国汽车年度最高销售纪录是1 740万辆，欧洲区是近1 700万辆。截至本书成稿时的2016年底，中国年度汽车销量已达到2 800万辆。中国汽车几乎疯狂地扩张的产能与销量，令许多研究者存在一定程度的担忧。历史上1929年的美国大萧条，首先来源于汽车工业与房地产的急速衰退。而包括锌、天然橡胶等原料供应与交易商对未来几年中国汽车工业能否持续保持高增长持谨慎态度。

③ 对于中国未来汽车保有量的预测，本书所提数据为工信部《交通运输十二五规划》的预测，而银行、汽车生产企业、咨询业的预测则较为谨慎，认为2020年极限保有量可达到1.5亿辆。

④ 就中国的人均碳排放而言，中国还是远远低于美国等发达国家。哈佛大学的Matthew Kahn和Edward L. Glaeser在《纽约时报》曾经进行的比较研究证实，圣迭戈、旧金山和圣何塞的人均碳排放水平是中国大庆的4倍，而大庆的人均排放水平是中国平均水平的10倍。

尔多斯这样的资源型城市与丽江这样的旅游城市制订了一致的目标;上海城市化基本完成,重庆却还处于高速发展阶段,但它们的减排目标也是一致的。显而易见,一窝蜂似的"低碳城市"并不适合所有的城市,甚至于某些城市连基础碳排放量的统计与检测都没完成,就喊出了"低碳城市"口号。面对低碳城市"未上马,先脱缰"的局面,2010 年 8 月国家发改委发布了《关于开展低碳省区和低碳城市试点工作的通知》,对进入试点的五省八市明确提出了五项具体任务,其中一条是"明确提出本地区控制温室气体排放的行动目标和具体措施"。这说明在当前情况下,对不同城市化地区的低碳路径仍然处于探索的过程,甚至于究竟该如何干,中央政府也没有标准答案,而寄希望于地方的试点与摸索。

从以上背景中可以看到,研究碳排放与中国城市化进程的关系是具有重要的理论价值与现实意义的,其表现在:

① 理论意义。当前,国内外对于碳排放与城市的相关研究主要集中在城市相关因素与碳排放关系,以及城市的减排路径研究两大领域。从研究领域来看,本书的研究属于第一个方面。由于"城市"这一概念与众多学科存在交叉,因此可以看到,与城市相关的人口、产业、地理、经济等诸多方面的研究者都试图寻找碳排放和"城市"的关联。本书的研究角度是以城市化作为切入点,寻求碳排放与其的相关性研究。这与现有的工业碳排放、农业碳排放、人口碳排放的研究类似。就理论意义来看,首先在 Edward、诸大建、王桂新等诸多学者对城市的产业、人口、空间结构等单一要素对碳排放影响的研究基础上,考虑了"城市化"这样一个涵盖了多要素的变量与碳排放的关系;其次,现有国内研究更多着眼于某个城市或以全国数据为基础进行研究,本书以国内的重点省区的数据,在分类基础上,力图更为真实地反映中国的碳排放在城市化进程中的状况。

② 现实意义。大量的研究证明,中国正在经历的和将要发生的城市化进程必将带来碳排放的增加。这使得政府的决策者们必须更加了解城市化伴生的人口要素、产业结构调整、空间范围扩大和碳排放量之间究竟是什么关系,如何制订有效的经济政策、人口政策、规划政策以控制碳排放量。而这也正是本书意图实现的现实意义所在。本书力图在实践上回答三个问题,为中国减碳目标达成与更为有效及可持续的城市化提供科学的依据。其一,在对过去数据的统计分析基础上,中国的城市化到底对碳排放造成了哪些方面与何种程度的影响;其二,预测到 2020 年,中国以何种城市化水平增长,更有利于 CO_2 的控制;其三,政府采取何种有力措施,才能保证减碳目标的实现。由于诸多限制,本书也许无法

完全给出准确的答案，但对这些问题做深入细致的讨论，对现实中的政策制定者与实施者是有必要和有意义的。

1.2 城市化进程中的碳源及其控制

1.2.1 城市化进程中的碳排放来源

碳排放控制的基础是对碳排放源的归纳及其数量的研究。在欧美城市的碳排放中，主要包括居住和交通两个主要来源。哈佛大学的 Edward. L. Glaeser 长期致力于观察与分析碳排放的来源及其对城市经济发展的影响。1998 年以来，Glaeser 以系统的方法研究美国城市的碳排放量计算方法，并通过从早期的 10 个，到后来的 66 个美国都市区家庭采暖、私人汽车、家用电器等生活能耗与公共交通能耗及其碳排放统计的分析，提出不同区域，特别是不同气候条件下（例如冬暖夏热、冬冷夏热等），碳排放的标准并不相同，而碳排放量的多少与城市人口是存在正相关的。并且，由于住宅郊区化的影响，造成交通等环境负荷的增加，对碳排放的控制是不利的（Glaeser. E. L，1998；Glaeser. E. L. ，Gyourko. J. ，2008；Glaeser. E. L. ，Kahn，M. E. ，2008；Glaeser. E. L. ，Tobio，K. ，2008；Glaeser. E. L. ，Ward. B. A. ，2009；Glaeser. E. L. ，2009；Glaeser. E. L. ，Kahn. M. E. ，2010）。Chris Goodall 则以英国家庭中能源消耗为统计对象，将各种能源消耗转化为 CO_2 排放，特别是统计中相较于 Glaeser 的家庭能耗统计，增加了外出旅行、消费的能源消耗，以较有说服力的证据，描述了英国家庭的碳排放水平及未来的预测，这对英国的低碳城市建设提供了良好的数据基础（Chris Goodall，2007）。柳下正治的研究则更为关注城市的背景，其主要从城市家庭、工业部门和交通运输的碳排放统计着手（柳下正治，2006）。Lily Parshall 等人发现，在其调查的城区中，37% ~ 86% 来源于城市建筑，37% ~ 77% 来源于工业，而这一比例幅度的变化，取决于城市的规模与城区的密度（Lily Parshall，2010）。不难看出，国外研究对象的选取大部分是已经成熟的都市区，它们都处于城市化进程的第三个阶段，也就是城市化已经完成的地区。而对于城市化进程中国家的碳排放源研究可以看出，两者是存在较大的不同的。

根据国际全球气候变化人文因素中国国家委员会（CNCIHDP）在 2007—2008 年的研究，通过将碳排放计算公式分解为能源消费总量、能源消费结构、产

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com