



城市化对家庭能源消费和 碳排放的影响机制

李艳梅 著

The Impact of Urbanization on Household
Energy Consumption and Carbon Emissions



科学出版社

本书为国家自然科学基金项目（编号：71103012）的研究成果，并得到北京工业大学日新人才项目的资助。

城市化对家庭能源消费 和碳排放的影响机制

李艳梅 著



科学出版社

北京

内 容 简 介

随着城市化的快速发展,中国的家庭能源消费必将上升,成为 CO₂ 排放的重要增长点。有鉴于此,本书着重研究城市化对家庭能源消费和 CO₂ 排放的影响。首先,探讨了城市化对家庭能源消费和 CO₂ 排放的影响机理。城市化意味着人类社会生产和生活方式的转变,直接或间接地影响家庭能源消费的总量和结构,进而影响 CO₂ 排放。其次,计量了中国城市化对家庭能源消费和 CO₂ 排放的影响效应。随着城市化水平的不断提高,全国家庭直接及间接能源消费和 CO₂ 排放总量都会持续增加,但是不同区域的影响程度存在明显差异。再次,分析了城乡家庭能源消费及 CO₂ 排放的差异及原因。最后,对中国未来城市化发展及家庭能源消费与 CO₂ 排放的增长趋势进行了判断,并提出相应的节能减排建议。

本书可供能源经济、低碳经济、城市经济等领域的政府决策者、工作者、科研人员和研究生等参考。

图书在版编目(CIP)数据

城市化对家庭能源消费和碳排放的影响机制 / 李艳梅著. —北京: 科学出版社, 2016. 6

ISBN 978-7-03-048430-7

I. ①城… II. ①李… III. ①城市化-影响-居民-能源消费-研究-中国 ②城市化-影响-二氧化碳-废气-排放量-研究-中国 IV. ①F426. 2②X511

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 119713 号

责任编辑: 刘 超 / 责任校对: 彭 涛

责任印制: 徐晓晨 / 封面设计: 无极书装

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

北京中石油彩色印刷有限责任公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2016 年 6 月第 一 版 开本: 720×1000 B5

2016 年 6 月第一次印刷 印张: 16 1/2

字数: 330 000

定价: 108.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

前 言

自工业革命以来，世界城市化发展呈不断加速之势。如今，发达国家的城市化已基本完成，近 80% 的人口居住在了城市；而发展中国家正在跨入城市化快速发展的中期阶段。作为世界上人口数量最多的发展中国家，中国的城市化水平已超过 50%，并且正在以每年超过 1 个百分点的速度增长。

随着城市化的发展，城市逐渐替代农村成为人类生产和生活的主要集聚地。作为承载人类生产和生活活动的两种不同的空间载体，城市和农村在能源消费总量和结构上有很大的区别。城市的基础设施扩张、非农产业发展及生活水平提高，都会推动能源消费总量的急剧增长和结构的快速变化。而以化石燃料为主导的能源消费增长，导致 CO_2 的排放量逐年增大，全球气候变暖已成为国际社会共同关注的焦点。城市化和能源消费以及 CO_2 排放之间存在着密切的联系，因此，城市化过程是影响全球气候变化的最重要的人类活动因素之一。

随着城市化的发展，在能源消费和 CO_2 排放总量增长的同时，各个最终需求部门的能源消费和 CO_2 排放也将发生不同的变化。其中，尤以家庭部门的变化最为显著。对于任何一个国家来说，随着城市化水平的提高，家庭部门的能源消费必将增长。如今，发达国家已基本完成了城市化，因此家庭部门已经成为仅次于工业部门的第二大能源消费主体。长期以来，中国的能源消费主要集中在生产领域，节能重点也集中于生产部门，尤其是工业部门。然而，随着城市化的快速发展，中国的家庭能源消费也必将上升，成为能源消费和 CO_2 排放的重要增长点。因此，中国今后的节能减排重点也将更加向家庭消费领域倾斜。有鉴于此，本书着重研究城市化对家庭能源消费和 CO_2 排放的影响，以期为中国城市化快速发展时期家庭节能减排战略的制定提供参考。

城市化与能源消费和 CO_2 排放的研究起于国外，早期主要研究城市发育对能源和环境的影响。自 20 世纪 50 年代以来，城市人口的剧增和规模的扩大，导致

了许多资源和环境问题的出现,诸多学者尤其注意到了与城市化进程密切相关的家庭部门能源消费和 CO_2 排放的变化。中国对城市化进程中的能源消费和 CO_2 排放研究较晚,改革开放以来,国内部分学者围绕城市化发展规律、城市化与工业化的关系等方面进行了研究。随着城市化的快速发展,资源环境形势日益严峻,相应的研究也随之展开,主要集中在城市化与能源消费和 CO_2 排放关系的实证分析、能源消费和 CO_2 排放增长原因及预测分析以及城乡家庭能源消费和 CO_2 排放特征及对比研究等方面。

目前,国内外的相关研究主要着眼于国家或区域总体能源消费和 CO_2 排放方面,而专门研究城市化如何影响家庭能源消费和 CO_2 排放的文献却较少。但是随着中国城市化的快速发展,家庭节能减排的重要性将日益凸显。明晰城市化对家庭能源消费与 CO_2 排放影响的机理,探索符合我国国情的家庭节能减排路径,以期充分挖掘家庭节能减排潜力、取得更好的节能减排效果而提供基本理论和政策分析依据。这正是本书的初衷。

本书在构建城市化对家庭能源消费和 CO_2 排放的影响机理基础上,分析中国城市化对家庭能源消费和 CO_2 排放的影响及区域差异,并对未来的发展趋势做出判断。

首先,探讨了城市化对家庭能源消费和 CO_2 排放的影响机理。城市化与家庭能源消费和 CO_2 排放相互影响。一方面,城市化意味着人类社会生产和生活方式的转变,直接或间接地影响家庭能源消费的总量和结构,进而影响 CO_2 排放。另一方面,家庭能源消费和 CO_2 排放也影响着城市化的发展速度和质量。

其次,在剖析城市化发展进程中家庭能源消费和 CO_2 排放的变化特征基础上,计量了中国城市化对家庭能源消费和 CO_2 排放的影响效应。随着城市化水平的不断提高,全国家庭直接以及间接能源消费和 CO_2 排放总量都会持续增加,但是不同区域的影响程度存在明显差异。

再次,分析了城乡家庭能源消费以及 CO_2 排放的差异及原因。城乡之间家庭能源消费以及 CO_2 排放差异巨大,主要原因在于消费支出的差异,其次还受到消费结构差异等其他因素的影响,并且不同的省份情况又有所不同。

最后,对中国未来城市化发展及家庭能源消费与 CO_2 排放的增长趋势进行了判断,并提出相应的节能减排建议。

| 前 言 |

本书为国家自然科学基金项目（编号：71103012）的研究集成，我的研究生张红丽、孙丽云、赵剑锋、李中原、赵锐、陈豹、刘天舒积极参与了项目的研究工作，在此一并感谢。

书中不足之处，敬请广大读者批评指正。

李艳梅

2016年3月于北京

目 录

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 研究背景和意义	1
1.1.1 研究背景	1
1.1.2 研究意义	2
1.2 国内外研究进展	3
1.2.1 国外研究进展	3
1.2.2 国内研究进展	4
1.3 研究目标和内容	5
1.3.1 研究目标	5
1.3.2 研究内容	5
1.4 研究思路和方法	7
1.4.1 研究思路	7
1.4.2 研究方法	8
1.4.3 数据来源	9
1.5 研究对象与概念界定	11
1.5.1 城市化	12
1.5.2 家庭直接能源消费和碳排放	12
1.5.3 家庭间接能源消费和碳排放	13
第 2 章 城市化对家庭能源消费和碳排放的影响机理	16
2.1 城市化对家庭能源消费和碳排放的影响机理	17

2.1.1	城市化进程中生活方式和生产方式的转变	17
2.1.2	对家庭直接及间接能源消费和碳排放的影响	26
2.2	家庭能源消费和碳排放对城市化的影响机理	36
2.2.1	能源的开发利用影响着城市化的发展速度	37
2.2.2	碳排放量的多寡影响着城市化的发展质量	44
2.3	小结	47
第3章	中国城市化进程中家庭能源消费和碳排放变化特征	49
3.1	中国城市化的发展阶段及其特征	49
3.1.1	城市化发展的一般规律	49
3.1.2	中国城市化的发展轨迹	50
3.1.3	中国城市化的发展特征	53
3.2	家庭直接能源消费和碳排放变化特征	65
3.2.1	在终端部门中所占比重变化	65
3.2.2	总量变化	67
3.2.3	人均量变化	68
3.2.4	燃料结构变化	68
3.2.5	城乡差异变化	70
3.2.6	区域差异变化	75
3.3	家庭间接能源消费和碳排放变化特征	84
3.3.1	在最终需求中所占比重变化	84
3.3.2	总量变化	87
3.3.3	人均量变化	88
3.3.4	部门结构变化	88
3.3.5	城乡差异变化	91
3.3.6	区域差异变化	97
3.4	家庭直接与间接能源消费和碳排放对比	105
3.4.1	总量对比	106

3.4.2 城乡差异对比	107
3.4.3 区域差异对比	110
3.5 小结	113
第4章 中国城市化对家庭能源消费和碳排放的影响效应	115
4.1 城市化对全国家庭能源消费和碳排放的影响效应计量	115
4.1.1 平稳性检验	116
4.1.2 格兰杰因果关系检验	117
4.1.3 回归方程建立	118
4.1.4 结果分析和讨论	119
4.1.5 结论与启示	122
4.2 城市化对家庭能源消费和碳排放影响的省际差异分析	124
4.2.1 平稳性检验	124
4.2.2 面板模型构建	126
4.2.3 实证分析	127
4.2.4 结果讨论	131
4.2.5 结论与启示	136
4.3 小结	137
第5章 中国家庭能源消费和碳排放城乡差异的分解分析	139
5.1 分解分析模型构建	139
5.1.1 直接能源消费和碳排放差异分解模型	139
5.1.2 间接能源消费和碳排放差异分解模型	142
5.2 全国城乡差异分解分析	144
5.2.1 全国直接能源消费和 CO ₂ 排放差异分解	144
5.2.2 全国间接能源消费和 CO ₂ 排放差异分解	149
5.3 区域城乡差异分解分析	153
5.3.1 区域直接能源消费和 CO ₂ 排放差异分解	153
5.3.2 区域间接能源消费和 CO ₂ 排放差异分解	165

5.4	结论与启示	173
5.5	小结	175
第6章	中国城市化快速发展阶段家庭能源消费与碳排放预测	177
6.1	城市化发展进程趋势判断	177
6.1.1	城市化发展模型构建	177
6.1.2	中国城市化水平预测	178
6.1.3	中国城市化发展趋势判断	182
6.2	家庭能源消费和碳排放预测模型构建	183
6.2.1	总量预测模型构建	184
6.2.2	结构预测模型构建	184
6.3	家庭直接能源消费和碳排放变化趋势预测	186
6.3.1	总量变化预测	186
6.3.2	在终端部门中所占比重变化预测	195
6.3.3	燃料结构变化预测	198
6.4	家庭间接能源消费和碳排放变化趋势预测	201
6.4.1	总量变化预测	201
6.4.2	在最终需求部门中所占比重变化预测	210
6.4.3	部门结构变化预测	213
6.5	小结	216
第7章	中国城市化发展进程中家庭节能减排途径分析	218
7.1	家庭直接能源消费和碳排放的减少途径	218
7.1.1	减少家庭直接能源消费总量	219
7.1.2	优化家庭直接能源消费结构	223
7.2	家庭间接能源消费和碳排放的减少途径	227
7.2.1	提倡家庭部门选择节约低碳型的消费模式	227
7.2.2	优化产业部门的结构和提高能源利用效率	230
7.3	小结	233

第 8 章 中国城市化发展进程中家庭节能减排政策措施	234
8.1 城市化后期国家政策借鉴	234
8.1.1 英国家庭节能减排政策措施	235
8.1.2 日本家庭节能减排政策措施	237
8.1.3 美国家庭节能减排政策措施	239
8.1.4 其他国家家庭节能减排政策措施	240
8.2 中国家庭节能减排政策建议	241
8.2.1 中国家庭节能减排的激励政策	241
8.2.2 中国家庭节能减排的约束政策	243
8.3 小结	245
参考文献	246

第 1 章 绪 论

1.1 研究背景和意义

1.1.1 研究背景

(1) 城市化是影响能源消费和碳排放的重要因素之一

世界各国的实践表明，工业化和城市化是国家现代化发展的两大引擎。自工业革命以来，世界城市化发展呈不断加速之势。2014 年，世界城市化水平已达到 54%。其中，发达国家的城市化已基本完成，78% 的人口都居住在了城市；而发展中国家的城市化水平也已经达到了 48%（United Nations, 2015），跨入了城市化快速发展的中期阶段。作为世界上人口数量最多的发展中国家，中国也正处于城市化的快速发展阶段，1996 年以来，城市化水平年均增长 1.4 个百分点，2013 年达到 54%。

随着城市化的发展，城市逐渐替代农村成为人类生产和生活的主要集聚地。作为两种不同的承载人类生产和生活活动的空间载体，城市和农村在能源消费总量和结构上有很大的区别。城市的基础设施扩张、非农产业发展以及生活水平提高，都会推动能源消费总量的急剧增长和结构的快速变化。而以化石燃料为主导的能源消费增长，导致 CO_2 的排放量逐年增大，全球气候变暖已成为国际社会共同关注的焦点。城市化和能源消费以及 CO_2 排放之间存在着密切的联系（Parikh and Vibhooiti, 1995），城市化过程是影响全球气候变化的最重要的人类活动因素之一（顾朝林等，2009）。

(2) 家庭部门成为能源消费和碳排放的重要增长点

随着城市化的发展,在能源消费和 CO₂ 排放总量增长的同时,各个最终需求部门的能源消费和 CO₂ 排放也将发生不同的变化。其中,尤以家庭部门的变化最为显著。对于任何一个国家来说,随着城市化水平的提高,家庭部门的能源消费必将增长 (Perman et al., 2008)。而且这种增长既体现在家庭部门对能源商品的直接消费方面,更体现在对非能源商品和服务的消费而间接引起的能源消费方面,从而家庭部门消费对 CO₂ 排放的影响也体现在直接和间接两个方面 (Munksgaard et al., 2000)。

如今,发达国家已基本完成了城市化,因此家庭部门已经成为仅次于工业部门的第二大能源消费主体。甚至在一些发达国家居民家庭能源消费已超过了工业部门,如欧盟家庭能源需求在 20 世纪 90 年代就已超过工业能源需求 (陆莹莹和赵旭, 2008)。因此,家庭消费的节能减排在发达国家的理论研究和政策实践中备受重视。对多个发达国家的已有研究表明,家庭部门的能源消费和 CO₂ 排放表现出两个特点:一是家庭成为主要的用能和 CO₂ 排放部门;二是家庭用能和 CO₂ 排放中间接能源需求所占比重非常高 (Kok et al., 2006)。例如,欧洲家庭能源消费中,间接消费占 80% 以上 (Biesiot and Noorman, 1999); 美国家庭的间接影响是直接用能和 CO₂ 排放的两倍多 (Shui and Dowlatabadi, 2005)。

长期以来,中国的能源消费主要集中在生产领域,节能重点也集中于生产部门,尤其是工业部门。然而,随着城市化的快速发展,中国的家庭能源消费也必将上升 (Yusuf and Saich, 2008),成为能源消费和 CO₂ 排放的重要增长点 (Guan et al., 2008),尤其是间接能源消费和 CO₂ 排放的增长将更为显著 (李艳梅和张雷, 2008b)。因此,中国今后的节能减排重点也将更加向家庭消费领域倾斜。

有鉴于此,本书着重研究城市化对家庭能源消费和碳排放的影响,以期为中国城市化快速发展时期家庭节能减排战略的制定提供参考。

1.1.2 研究意义

(1) 理论意义

虽然目前已有不少相关研究,但是大量的文献主要着眼于对国家或区域的实

证分析方面，而少有文献进行理论剖析。本书欲在理论上做些探索，从能源产品需求和要素需求理论入手，结合城市化进程中生活和生产方式所发生的转变，构建城市化对能源和碳排放的直接和间接影响机理。

(2) 现实意义

城市化快速发展期是中国现代化发展的关键阶段，这一阶段中国所取得的社会经济发展成果是前所未有的，但遇到的资源环境挑战同样是前所未有的，其中，尤以能源和碳排放问题最为突出。目前中国对节能减排问题的关注主要集中在生产活动领域，但对家庭消费研究不足，本书欲在该领域做些探索。

而且针对家庭节能减排问题的研究，大多数研究都将重点放在了家庭直接消费上，而对间接消费研究甚少。事实上，在城市化快速发展阶段，家庭间接能源消费和碳排放的变化非常显著。因此，对中国家庭节能减排的关注不能再仅仅停留在直接影响的计量和预测上，而应更多地集中在家庭间接能源消耗以及对碳排放的影响上。本书在分析家庭直接能源消费和碳排放的基础上，进一步将研究视角扩展到家庭间接能源消费和碳排放领域，以期为充分挖掘家庭节能减排潜力、取得更好的节能减排效果提供基本理论和政策分析依据。

1.2 国内外研究进展

1.2.1 国外研究进展

长期以来，对城市化的研究主要集中在城市化进程的阶段性规律、城市化与经济发展以及工业化的关系等方面。但是自 20 世纪 50 年代以来，城市人口的剧增和规模的扩大，导致了許多资源和环境问题的出现。从此，国外逐步开始加大了城市化发展对能源消耗及环境污染的影响方面的研究力度，尤其注意到了家庭能源消费和碳排放的变化。相关研究主要集中在以下三个方面。

第一，早期城市发育对能源和环境的影响。工业革命之前，虽然大规模的城市化尚未开始，但是燃料大量消耗和结构改变的大城市所产生的环境污染已开始逐渐引起人们的注意。例如，早在 1306 年，英国国王爱德华一世就曾颁布诏书，禁止伦敦工厂在国会开会期间用煤，以防煤烟污染（宋永昌等，2000）。

第二，城市化发展对能源消费和温室气体排放的影响。18 世纪中叶工业革命开始后，大规模城市化开始了，给人类带来重要文明成果的同时，所面临的资源环境问题也逐渐凸显。其中，城市化与能源消费之间的关系，尤其引人关注。已有研究揭示出，城市化水平与人均能源消费水平之间存在高度的相关性（Hiroiyuki, 1997），城市化进程的加快带动了能源消费水平的上升；而且还对能源消费结构提出新的要求，随着城市化的发展，发展中国家由石油替代煤炭消费的过程正在加速（Jones, 1991）。而且城市化水平和能源消费及温室气体排放之间也存在很强的相关性（Wang, 2014）。

第三，城市化进程中家庭能源消费和碳排放的变化。随着城市化的发展，各个部门的能源消费都将发生变化，尤其是与城市化进程密切相关的家庭部门能源消费方面，更是引起了许多学者关注。随着城市化的推进，家庭能源消费相应增加，并且结构随之发生变化：一是由直接燃烧煤炭和有机物而转向使用电力、石油、天然气等较清洁的能源；二是诸如煮饭、照明等基本需求所消费的能源比例下降，而空调、冰箱等家用电器的能源消费比例上升；三是居民出行方式的变化大大增加了交通燃料消费。因此，随着城市化的快速发展，家庭已成为发展中国家能源消费和碳排放增长的主要部门（Gates and Yin, 2004；Zhang et al., 2015）。

1.2.2 国内研究进展

改革开放前，中国的城市化进展缓慢，对城市化的研究也非常薄弱。因此，中国对城市化的研究主要是改革开放以后的事情（叶裕民, 2001）。起初国内对城市化的研究主要集中在城市化发展道路、城市化发展规律、城市化与工业化的关系等方面。后来由于中国城市化快速发展进程中不同程度地出现了资源短缺和环境污染问题，相应的研究也随之展开。其中，城市化进程中的能源消费和碳排放问题也引起了关注，这类研究主要集中在以下三个方面。

第一，城市化水平与能源消费和碳排放关系的实证分析。相关分析表明，中国的城市化水平与煤炭、石油、天然气消费量之间都存在较强的相关关系（Shen et al., 2005）；协整分析与格兰杰因果关系检验表明，城市化水平与能源消费和碳排放之间存在协整关系，并存在单向的格兰杰因果联系（刘耀彬, 2007；孙慧宗和李久明, 2010；徐丽杰, 2014）。

第二，能源消费和碳排放增长原因及预测分析。对于中国能源消费或碳排放增长原因的研究，常常采用分解分析的方法，计量能源消费或碳排放增长的若干影响因素的贡献（梁进社等，2009；张成龙等，2013）。而对于未来能源消费及碳排放增长的预测，常常采用情景分析法，在设计未来发展情景时，城市化被作为一个重要的参数（Liang et al.，2007；国家发展和改革委员会能源研究所课题组，2009）。已有研究表明，城市化的确对能源消费和碳排放有着重要影响（林伯强和刘希颖，2010）。

第三，城乡家庭能源消费和碳排放特征及对比研究。国内对家庭能源消费和碳排放的研究，主要集中在农村家庭能源消费及其对环境影响的评价（Li et al.，2009）、城市家庭能源消费结构演变（王研和石敏俊，2009）以及城市与农村家庭能源消费和 CO₂ 排放的比较（Cai et al.，2008）等方面。已有研究表明，无论是家庭直接还是间接能源消费以及 CO₂ 排放，城市都远远高于农村（Wei et al.，2007）。

综上所述，目前国内外的相关研究主要着眼于城市化对国家或区域总体能源消费和碳排放的影响方面，而专门研究城市化对家庭能源消费和碳排放影响的文献却较少。但是随着中国城市化的快速发展，家庭节能减排的重要性将日益凸显。这正是本书进行研究的初衷所在。

1.3 研究目标和内容

1.3.1 研究目标

本书的研究目标有三个：一是揭示城市化发展对家庭能源消费和碳排放的影响机理；二是评价中国城市化发展对家庭能源消费和碳排放的影响效应；三是探讨中国城市化快速发展期家庭节能减排途径。

1.3.2 研究内容

在构建城市化对家庭能源消费和碳排放的影响机理基础上，分析中国城市化对家庭能源消费和碳排放的影响及区域差异。主要研究内容如下。

(1) 城市化对家庭能源消费和碳排放的影响机理

城市化进程中，随着人口从农村向城市迁移，人们的生活和生活方式都会发生根本改变。由于能源是生活中的必需品以及生产活动所必需的基本生产要素，因此生活和生产方式的改变会直接或间接地影响家庭能源消费的总量和结构，进而影响碳排放。

(2) 中国城市化进程中家庭能源消费和碳排放变化特征

首先分析了中国城市化的发展阶段及其发展特征，然后剖析了城市化发展进程中家庭直接能源消费和碳排放的变化特征，以及家庭间接能源消费和碳排放的变化特征，并进一步对家庭直接与间接能源消费和碳排放特征进行了对比。

(3) 中国城市化对家庭能源消费和碳排放的影响效应

首先从时间维度分析了全国城市化发展对家庭能源消费与 CO_2 排放的影响效应；然后拓展到空间维度，基于全国 30 省（直辖市、自治区）（除港、澳、台和西藏之外）的面板数据，分析了城市化发展对家庭能源消费与 CO_2 排放影响效应的区域差异。

(4) 中国家庭能源消费和碳排放城乡差异的分解分析

无论是全国层面，还是省域层面，城镇和农村家庭的直接以及间接能源消费和碳排放均存在巨大差异。这种差异的原因何在呢？运用分解分析方法，对全国和典型省份的城乡差异原因进行了分析。

(5) 中国城市化快速发展阶段家庭能源消费与碳排放预测

从现在起直至 2020 年，中国的城市化水平将依旧保持较快的发展速度，以年均提高大约 1 个百分点的水平增长。因此家庭能源消费和碳排放也将随之发生相应的变化。以 2020 年为目标期，对中国家庭部门的直接能源消费和碳排放总量及其在终端部门中所占比重、直接能源消费和碳排放的燃料结构进行预测；并对间接能源消费和碳排放总量及其在最终需求部门中所占比重、间接能源消费和碳排放的部门结构进行预测。