

中国的绿色城市：居住碳排放与城市发展

○ 郑思齐

不同于以往把注意力都集中在产业碳排放上，本文将着重关注城市居民生活所带来的碳排放，从这个角度看看哪些城市更具有更加“绿色”的生活模式。

作者信息：

郑思齐，北大-林肯研究中心研究员；清华大学房地产研究所副教授

什么是最主要的生活碳排放？

哪些城市“最绿色”？

中国城市家庭的碳排放水平如何？

影响生活碳排放的主要因素有哪些？

人口迁移对环境的影响究竟有多大？

根据 BP, US Geological Survey (美国地质调查局) 以及 World Steel Association (世界钢铁协会) 的测算，2008 年中国碳排放总量已达 75.5 亿吨，位居世界第一；人均碳排放也达 5.7 吨，超过了世界平均水平。但仅仅了解这些还不够，我们再深入地去看看碳排放的构成。作为生产和生活活动高度密集的地方，城市碳排放占有所有碳排放的 86% (从终端需求角度计算)。如果把生产活动和居民生活分开来，我们会看到更有趣的结果：在美国，居民生活碳排放已经占到总量的 40%；而在中国这一比例目前仅为 20% 左右。显然，这与目前美国高度发达的第三产业以及富裕的生活水平有关。但可以预期，随着中国产业结构的转型、居民收入的提高，以及快速的城市化，中国城市居民生活将会带来更大比例的温室气体排放。

不同城市的人均居住碳排放有很大的差异，这与城市的地理位置（包括温度差异）、基础设施水平、居民生活质量和习惯、城市发展政策等许多因素有关。城市中的建筑和各项基础设施都有很长的寿命，因此，今天城市发展和建设的决策会影响到未来几十年甚至上百年的城市形态。目前中国正处于快速城市化的阶段，在道路、轨道交通、电力和房地产上进行着巨额的投资。这些投资的不可逆性以及城市形态的路径依赖，都意味着中国城市今天的发展方向会对全球的温室气体排放产生长远的影响。

研究方法

利用中国统计局的大样本微观数据，我们估算了中国 74 个城市的居民家庭碳排放水平及其构成，并讨论其在空间上的差异性，得到了一些有趣的结果。我们采用的是 2006 年 74 个城市（包含 35 个大中城市）的 25,000 多条微观数据，将家庭碳排放分为住房和交通两大部分，前者包含居民用电、暖气和炊事燃料（煤、天然气和液化石油气）；后者包含私家车、出租车和公共交通（又分为公交车和轨道交通）。我们的研究分为三个步骤。

第一步：利用这套难得的微观数据，我们在各个城市的层面上建立行为方程，考察各项能源消耗与家庭特征（收入、家庭人口和户主年龄）的关系。之后，我们定义了一个“标准家庭”，它的三项指标取值是全部样本的均值水平，我们用这些行为方程来估计这与一个标准家庭在不同城市的各项能耗。之所以不简单地计算每个城市每项能耗的户均值，而引入标准家庭的概念，是希望排除人口分布在城市间的系统性差异。例如，北京的收入水平肯定高于廊坊，因此人均碳排放也必然高于廊坊，但这并不是我们最想知道的。我们希望知道，如果一个相同的家庭，从 A 城市搬迁到了 B 城市，它的碳排放会增加还是减小？利用标准家庭的概念，我们就能够剥离出在排除了个体因素后，城市因素对于居民碳排放的“纯”影响。

第二步：我们利用转换因子，将每个城市标准家庭的上述能耗项目转化为碳排放量（例如 1 升 93 号汽油会产生 2.226 千克的碳排放）。这些转换因子来自于不同的地方，包括国家发改委、清华大学低碳经济研究院、清华大学建筑技术系等等。将各分项相加，得到各个城市中标准家庭的碳排放总量，依此对 74 个城市按照从最“绿色”（Green，碳排放最小）到最“棕色”（Brown，碳排放最大）进行了一个排名。

第三步：我们再去分析标准家庭碳排放在各个城市间为什么会存在差异，我们尝试用城市收入水平、人口、人口密度、气温等等因素去解释城市间的差异性，并探讨一些城市发展政策可能会带来的环境影响。

最绿色的城市有哪些？

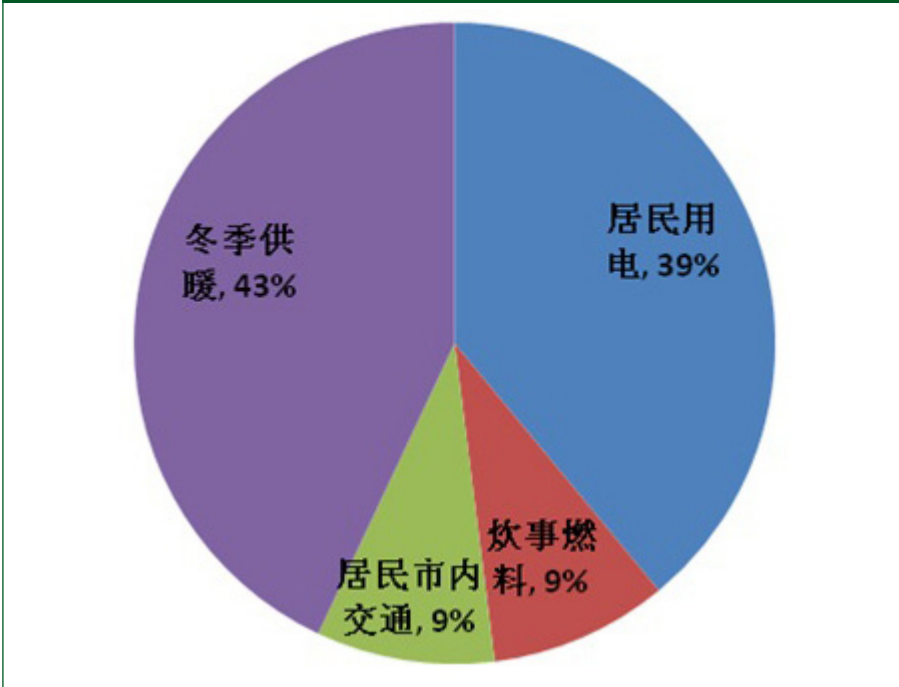
我们发现中国城市家庭的碳排放水平要比美国小很多。74 个城市平均的标准家庭年碳排放是 2.2 吨，北京是 4.0 吨，上海是 1.8 吨。其中最“棕色”的城市大庆的年碳排放（5.1 吨），也不足美国最“绿色”的城市圣地亚哥（26 吨）的 1/5¹。这与工程师的发现是一致的。在中国的城市里，绝大多数居民住在高层或多层的单元房中，而在美国，大部分人住在独立式住宅中，面积远远大于我们的单元房。另外，许多西方人所追求的“过度”舒适的生活，也造成了高企的碳排放水平（许多人都体会过，在那里夏天时室内空调有多么冷）。

1、美国的数据来自 Kahn 教授和 Glaeser 教授完成的一篇类似论文，见 (<http://www.nber.org/papers/w14238>)

数据显示，中国城市家庭的碳排放水平要远远低于美国城市。

从比例上看（图 1），居民用电和冬季供暖是生活碳排放中的两个最大的组成部分，分别占到总量的 39% 和 43%。相比之下，居民交通碳排放仅占 9%，这主要是由于中国城市中公共交通使用率较高，这些大容量的交通方式降低了人均能耗。冬季供暖存在一个特殊的制度特征。以秦岭淮河来划分，中国的南方城市不存在系统性的集中供暖，而北方城市的集中供暖是非常刚性的——每年的 11 月 15 日至次年的 3 月 15 日，而且每家每户很难独立调节室内温度。正因为如此，在我们的计算中也只有北方城市存在供暖碳排放。

图 1：城市家庭生活碳排放构成



冬季供暖和居民用电是构成中国城市家庭生活碳排放中最重要的部分，两者相加占到了总量的八成以上。

从生活碳排放的角度，哪些城市是最“绿色”的城市？为了回答这个问题，我们按照标准家庭的碳排放水平将这 74 个城市排了个序。图 2 显示了这 74 个城市的空间分布和它们各自的居住碳排放水平。一眼看上去，能够发现两个很明显的特征：

- 第一，北方城市的户均碳排放水平明显高于南方城市，这正是源于南北方截然不同的供暖体制。
- 第二，东部沿海城市的户均碳排放水平高于内陆城市，这主要源于东部城市居民较高的收入和消费水平。

按照标准家庭居住碳排放水平，最“绿色”的五个城市是，淮安、宿迁、海口、南通和南昌；而最“棕色”的五个城市是，大庆、牡丹江、北京、齐齐哈尔和银川。很有趣的是，许多绿色城市都接近秦岭淮河这条供暖分界线，处于南侧。这很容易理解：这些城市冬天没有集中供暖，而夏天的空调耗电也不如最南方的城市那么高。

北方城市由于冬季供暖，其户均碳排放量均高于南方城市；
相对较高的收入与消费水平，使得东部较发达城市的户均碳排放高于内陆各城市。

图 2：74 个城市的空间分布与居住碳排放水平



人口迁移对环境的影响

温室气体排放是一种明显的负外部性——它的后果并不由排放者个人承担，而是被全社会承担。目前学者的普遍估计是，每吨二氧化碳的社会成本是每年 35 美元。如果我们把一个家庭从最绿色的城市迁移到最棕色的城市，这就会造成大约每年 135 美元的环境成本，大概占年收入的 2.5%。因此，中国版图上目前大规模的人口迁移，除了具有经济和社会上的意义外，也会改变能源消耗和碳排放的空间版图。当然，如果那些碳排放水平高的城市升级了技术，例如逐渐放弃烧煤取暖，而采用相对清洁的能源，那么上述人口迁移的环境成本会减小。

哪些城市特征会显著影响居住碳排放水平？


既然供暖能耗在能耗总量中占超过 40% 的比重，我们很容易联想到城市冬季气温会直接影响居住能耗和碳排放。的确如此，正如图 3 所示，标准家庭的居住碳排放与 1 月气温呈显著的负相关关系：越冷的地方，碳排放越高。另外两个关键的变量是城市收入（反映生活质量和消费能力）和城市人口（反映城市规模）。图 4 和图 5 显示，这两者与户均碳排放都呈正相关关系。不过我们更严密的统计分析指出，人口的影响并不显著，而收入则是显著的。

近些年来，中国实施了一系列的区域发展战略，最有代表性的是西部大开发、振兴东北和环渤海经济圈的建设。类似的，我们也可以评估一下这些区域发展战略的环境影响。我们的计算结果表明，西部城市的户均碳排放水平约为 1.9 吨 / 年（其他区域为 2.3 吨 / 年）；东北城市的户均碳排放水平约为 3.5

影响居住碳排放水平的城市特征包括：

- 城市气温
- 城市家庭收入
- 城市人口

吨 / 年（其他区域为 2.0 吨 / 年）；环渤海区域城市的户均碳排放水平约为 2.9 吨 / 年（其他区域为 2.1 吨 / 年）。简单的看，振兴东北和发展环渤海经济圈的经济政策可能会带来较高的环境成本。当然，值得指出的是，我们这里仅是针对居住碳排放而言，更全面的评估还应该包含产业碳排放。

上述研究发现让我们感受到，中国当前快速的城市化和经济增长有着广泛的环境影响。许多学者已经分析了经济增长和产业结构转型对产业能耗和碳排放的影响，我们的研究着重关注了居住方面。对微观数据的分析让我们能够更深入地将人们的居住和交通行为与能源消耗相关联，同时多城市的分析也允许我们去观察居住碳排放的空间分布格局。这样，经济发展的区域不平衡性和人口迁移所带来的环境成本就能够被评估。值得指出的是，我们目前的研究只是用了一年的截面数据，因此还很难用于对未来的预测。在未来，随着新技术的更多应用和能源结构的变化，居住碳排放的路径也有可能发生转折。但不管怎样，能源消耗在社会群体间和空间上的差异性会一直存在，这意味着我们需要去关注区域和城市发展政策可能带来的环境成本，尽管这种成本是隐性的。 

本文改编自北大 - 林肯中心工作论文，编号 "W005-The Greenness of China: Household Carbon Dioxide Emissions and Urban Development"，详情参看 www.plc.pku.edu.cn/publications_ch.aspx

图 3：碳排放与一月气温

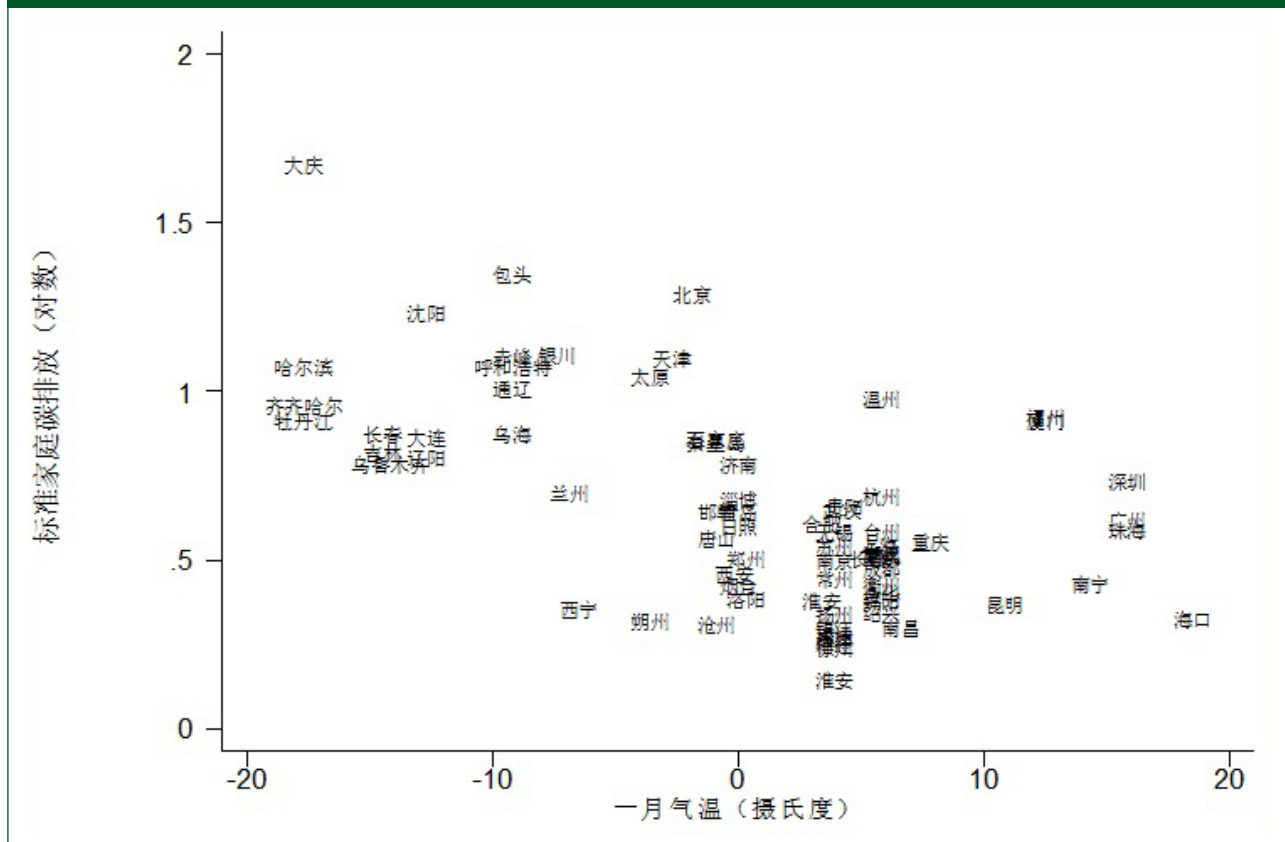


图 4：碳排放与城市收入

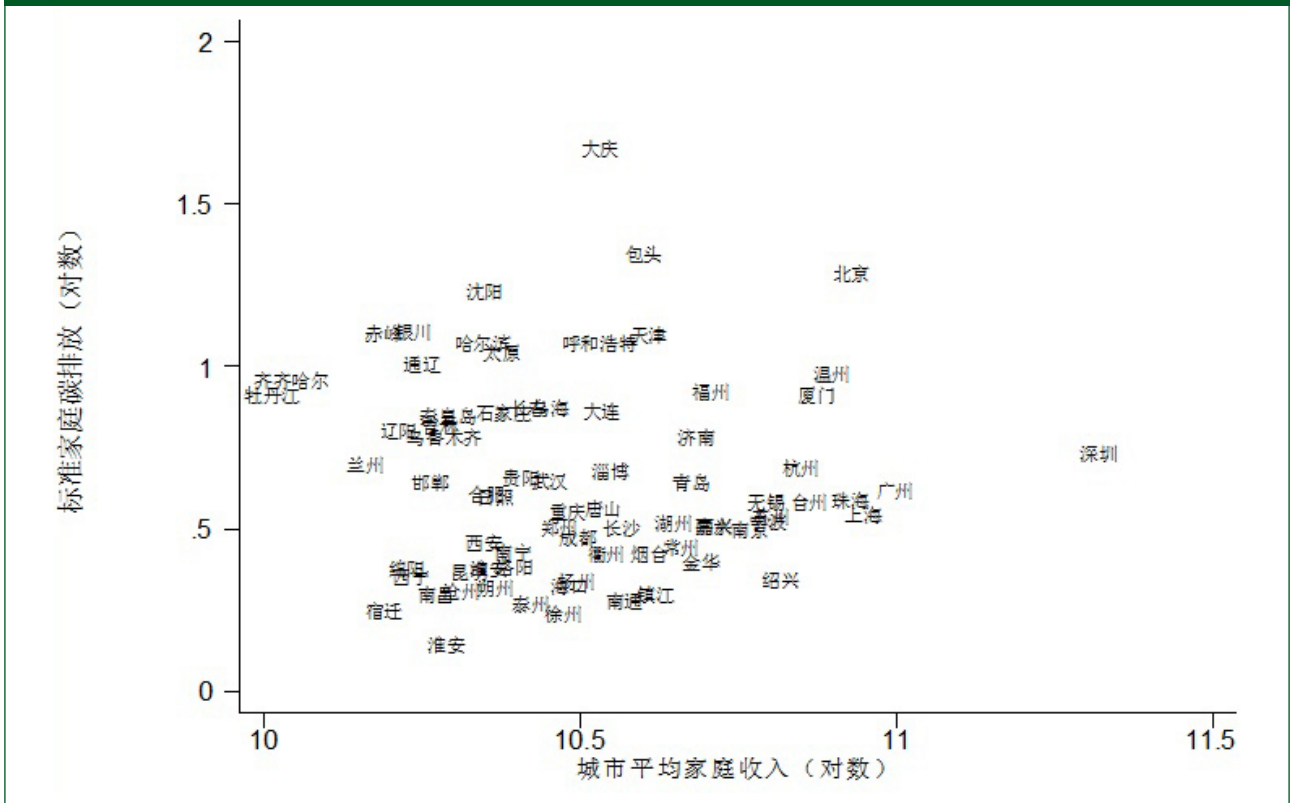


图 5：碳排放与城市人口

