



西北地区居民生活碳排放结构及其影响因素

曲建升^{①*}, 张志强^①, 曾静静^①, 李燕^②, 王勤花^①, 邱巨龙^②, 刘莉娜^②, 董利苹^①, 唐霞^①

① 中国科学院国家科学图书馆兰州分馆, 中国科学院资源环境科学信息中心, 兰州 730000;

② 兰州大学西部环境教育部重点实验室, 兰州大学西部环境与气候变化研究院, 兰州 730000

* 联系人, E-mail: jsqu@lzb.ac.cn

2012-07-18 收稿, 2012-10-16 接受

中国科学院战略性先导科技专项(XDA05140100)资助

摘要 为揭示西北地区居民家庭生活碳排放现状与规律, 基于家庭生活碳排放相关数据的调查, 综合利用《IPCC 国家温室气体清单指南(2006)》、《中国温室气体清单研究》、投入产出分析方法和生命周期评价方法, 对西北地区居民家庭生活碳排放情况进行了评估分析. 研究发现: 西北地区人均生活碳排放只有 2.05 tCO₂/(人·年); 生活碳排放主要来源于煤炭、电力和食品消费, 化石燃料消费所产生的直接碳排放占 39.29%, 电力等家庭消费活动所产生的间接碳排放占 60.71%; 生活碳排放主要受地理环境、家庭规模、经济收入、年龄结构等因素影响, 不同省区和城乡人口之间的排放量存在一定差别.

关键词

生活碳排放
气候变化
温室气体
人口
西北地区

气候变化是环境问题, 而实质上是发展问题, 碳排放权与生存权和发展权密切相关^[1-4]. 根据不同的视角, 碳排放权可以分为国家、区域、集团、群体和个体的碳排放权等^[5]. 对全球 17.5 亿贫困人口^[6]而言, 气候变化和碳排放权具有格外重要的意义, 他们面临着更多的挑战: 一是在气候变化事件中表现出更高的脆弱性, 这主要受制于其较低的经济发展水平和落后的社会发展程度^[7]; 二是在国际应对气候变化的统一目标下, 减缓与适应行动将增加这些人口的生活成本, 降低其生活水平^[8].

目前的国际气候政策框架对气候变化敏感地区和贫困人口的脆弱性均有一定考虑^[9,10], 但对这些地区和人群碳排放权的判断主要基于国家和地区层面的宏观碳排放数据评估, 如区域人均碳排放量常被用作衡量碳排放权公平性的指标, 以反映国家或地区人均排放的差别, 但基于区域宏观数据的人均排放量并不能准确揭示区域内贫困人口的低碳排放事实, 也掩盖了国家和地区内部不同人群的排放差异^[11]. 而基于实地调查的人口碳排放评估数据可以

较好地弥补这一不足. 此外, 家庭是社会生活的基本单元, 居民消费多是以家庭消费的方式进行, 并且不同的家庭收入水平也表现出不同的人均消费量, 所以家庭碳排放量的评估可以更准确地反映家庭活动对碳排放的贡献及其区域差异^[12].

基于家庭和人口的能源消费及其碳排放评估始于 20 世纪 90 年代, 主要在发达国家中开展. Lenzen^[13]利用投入产出模型评估了澳大利亚消费者行为对能源消费和碳排放量的影响; Bin 等人^[14]利用消费方式分析方法(consumer lifestyle approach, CLA)研究了美国家庭能源使用与 CO₂ 排放之间的关系; Biesiot 等人^[15]对荷兰的家庭能源消费及其 CO₂ 排放进行了分析, 指出荷兰的家庭消费模式与可持续发展目标背道而驰. 近年来, 针对我国的家庭和人口能源消费导致的碳排放研究也日渐增多, Wei 等人^[16]基于宏观消费数据研究了 1998~2002 年中国城镇和农村居民消费行为变化对终端能源消费及其对 CO₂ 排放的影响. 也有研究者利用采访调查数据或基于入户访问的调查研究对家庭或人口的能源消费及其碳排放进行评

引用格式: 曲建升, 张志强, 曾静静, 等. 西北地区居民生活碳排放结构及其影响因素. 科学通报, 2013, 58: 260-266

Qu J S, Zhang Z Q, Zeng J J, et al. Household carbon emission differences and their driving factors in Northwestern China(in Chinese). Chin Sci Bull (Chin Ver), 2013, 58: 260-266, doi: 10.1360/972012-1141

估。如 Weber 等人^[17]利用美国劳工统计局对 1.8 万户家庭月支出的访谈调查数据以及对 7000 户家庭开展跟踪调查获得的数据,就美国家庭消费及其碳足迹进行了量化研究,指出家庭碳排放的差异主要源自家庭收入和支出的差异;Golley 等人^[18]通过对中国城市家庭能源需求状况的实地考察,研究了中国城市家庭能源需求与 CO₂ 排放之间的关系;杨选梅等人^[19]利用环境保护部宣教中心与美国环保协会共同开展的“南京 1000 家庭碳排放调查”项目,对南京市 1000 多户家庭进行了入户跟踪调查,分析了家庭碳排放和家庭特征之间的相关关系。总体而言,目前我国的家庭碳排放研究仍是以基于宏观统计数据的研究为主,缺乏大范围的家庭碳排放实地调查研究。

本文基于西北地区城乡居民家庭主要的家庭能源消耗和主要消费支出数据调查,评估分析了西北地区居民家庭生活碳排放的基本情况及其影响因素,以期揭示我国西北地区居民家庭生活排放现状与规律,为气候变化应对行动提供参考。

1 研究方法

1.1 调查方法

本研究中,生活碳排放是指家庭成员为满足生活各项需要所产生的碳排放,包括化石能源利用等产生的直接碳排放和家庭消费支出所产生的间接碳排放。评估工作综合参考《IPCC 国家温室气体清单指南(2006)》、《中国温室气体清单研究》、投入产出分析方法和生命周期评价方法,构建了我国居民家庭生活碳排放评价指标体系^[20]、计算系数和分类计算模型,并据此设计问卷,对我国西北地区家庭生活碳排放情况进行访谈调查和综合评估。

调查内容主要包括家庭基本情况、家庭直接能源消耗情况、间接碳排放相关消费支出情况、家庭设备消费和参考能源使用情况等五大方面。其中,家庭基本情况包括家庭所在区域、家庭人口数、民族、家庭成员结构与年龄分布、教育文化程度、主要经济来源和经济收入等方面;家庭直接能源消耗方面包括家庭煤炭(包括烟煤、无烟煤、型煤等)、汽油、柴油、煤油、液化石油气、煤气、天然气等能源的年消耗量;家庭间接碳排放相关消费支出包括家庭每年的水费、电费、食品、衣着、日用品、主要家用电器、医疗卫生保健、教育文化娱乐、公共交通和网费等支出;家庭

参考能源包括家庭每年使用的秸秆、薪柴量,垃圾产量以及使用沼气、太阳能等清洁能源消耗量。

本研究工作于 2011 年夏季至 2012 年春季对西北地区城乡居民家庭生活碳排放进行了入户访谈调查,抽样比例按照 1/2 万进行设计,实际抽样比例为 1/18063,样本覆盖了甘肃、新疆、宁夏、内蒙古、山西、陕西、青海等 7 省区西北区域内的 24 个县市的 1523 个城乡居民家庭,涉及人口 5790 人,其中有效问卷所反映的城乡比例及样本比例如表 1 所示。由于有效问卷中城乡人口和各省区样本比例存在一定差别,本文采用加权平均值进行排放量评估。

1.2 计算方法

1.2.1 直接碳排放

家庭直接碳排放是指家庭直接用能(主要包括烟煤、无烟煤、型煤、汽油、柴油、煤油、液化石油气、天然气等)产生的碳排放。其计算方法为

$$E_D = \sum_i (f_i \times e_i \times c_i \times o_i) \times 44/12, \quad (1)$$

式中: E_D , 直接碳排放量, tCO₂; f_i , 第 i 种能源消耗量, t(m³); e_i , 第 i 种能源热值换算系数(各种直接能源转换系数来自文献[21]), TJ/t(m³); c_i , 第 i 种能源碳排放因子, tC/TJ; o_i , 第 i 种能源碳氧化率; i , 能源类型, 包括无烟煤、烟煤、型煤、汽油、柴油、煤油、煤气、液化石油气和天然气。

1.2.2 间接碳排放

家庭间接碳排放包括电力消费、水力消费、食品消费、衣着消费、日用品消费、家庭设备消费、医疗保险和医疗消费、文化娱乐消费、住房消费、交通通讯消费等。这些消费的碳排放均为家庭年消费所产生的排放。

表 1 各省区间卷调查基本情况

调查区	样本户数 (户)	样本人口 数量(人)	城乡样本 比例	抽样人口 比例
新疆	233	850	90/100	1/25663
甘肃	313	1348	41/100	1/17068
宁夏	74	307	77/100	1/20526
内蒙古	157	520	188/100	1/23145
陕西	276	1093	78/100	1/26477
青海	303	1082	147/100	1/4037
山西	167	589	103/100	1/13753
总体	1523	5789	115/100	1/18063

(1) 电力消费碳排放. 家庭电力消费的碳排放(主要是指火力发电产生的排放量)产生在使用过程之前, 所以将其划分到间接碳排放中. 其计算公式为

$$E_p = P \times C, \quad (2)$$

式中: E_p , 电力消费碳排放量, tCO_2 ; P , 电力消耗量, kW h ; C , 电力部门碳排放因子(为 2005~2007 年电量边际排放因子的加权平均值).

(2) 家庭其他间接能源消费支出类型的碳排放. 家庭其他消费支出的间接碳排放包括水力、食品、衣着、日用品、医疗卫生保险、教育文化娱乐、交通通讯等消费产生的排放量. 本文使用投入产出分析和生命周期评价综合计算这部分间接碳排放, 计算公式如下:

$$E_{Is} = \sum_d (C_d \times I_d \times 10^{-3}), \quad (3)$$

式中: E_{Is} , 其他间接能源消耗支出的碳排放量, tCO_2 ; I_d , 其他间接能源消耗的消费支出, 元; C_d , 其他间接能源消耗的碳排放因子(来源于中国投入产出表, 2008), $\text{kg CO}_2/\text{元}$; d , 其他间接能源消费的支出类型, 包括水力、食品、衣着、日用品、医疗卫生保健、教育文化娱乐和交通通讯等部门消费.

1.3 不确定性

本文采用投入产出分析方法计算家庭消费支出的间接碳排放, 假定进口产品与服务与国内同类产品与服务具有同样的碳排放强度, 未对进口产品与服务和服务和国内同类产品与服务进行区分, 因研究区内家庭消费的进口产品和服务很少, 这一误差较小; 由于城市供暖排放系数数据缺失, 本研究中城市家庭生活排放未涵盖供暖排放数据, 存在城市家庭生活碳排放评估数据低于实际排放量的情况; 本研究对生物质燃料作为参考信息进行了调查, 但参照 IPCC^[22]等国际通行做法, 仅将其作为参考数据, 未纳入家庭碳排放计算范畴.

2 研究区概况

研究区 ($73^\circ 40' \sim 126^\circ 04' \text{E}$, $53^\circ 23' \sim 31^\circ 42' \text{N}$) 位于中国西北部, 包含甘肃、新疆、宁夏、内蒙古、山西、陕西、青海等 7 个省区位于西北的部分地区. 研究区地处欧亚大陆内部, 处温带干旱与半干旱气候区, 海拔变化较大, 大部分地区地处高原, 具有冬寒漫长、夏少酷暑、昼夜温差大等特点. 2010 年研究区七省总人口 15706.25 万人, 占全国总人口的 11.72%, 人均 GDP 为 2.77 万元, 约为全国人均 GDP(2.99 万元)的 92.6%^[23].

3 西北地区生活碳排放量及其结构

3.1 家庭生活碳排放基本状况

基于对西北地区调查有效家庭样本生活碳排放数据的评估结果表明: 我国西北地区户均家庭生活碳排放为 $7.20 \text{ tCO}_2/\text{年}$, 其中城市户均家庭碳排放为 $7.05 \text{ tCO}_2/\text{年}$, 农村户均家庭碳排放为 $7.37 \text{ tCO}_2/\text{年}$; 西北地区人均生活碳排放为 $2.05 \text{ tCO}_2/(\text{人} \cdot \text{年})$, 其中城市人均生活碳排放为 $2.25 \text{ tCO}_2/(\text{人} \cdot \text{年})$, 农村人均生活碳排放为 $1.82 \text{ tCO}_2/(\text{人} \cdot \text{年})$. 对比西北地区户均家庭生活碳排放量可以发现, 青海省户均排放量最大, 达 $8.20 \text{ tCO}_2/\text{年}$, 其次为宁夏、新疆、内蒙古、甘肃和陕西, 户均排放分别为 7.62, 7.49, 7.25, 6.93 和 $6.53 \text{ tCO}_2/\text{年}$, 山西户均家庭碳排放最小, 为 $6.33 \text{ tCO}_2/\text{年}$. 对比西北地区人均碳排放量可以发现, 甘肃省的人均碳排放量最少, 为 $1.72 \text{ tCO}_2/(\text{人} \cdot \text{年})$, 青海省最多, 为 $2.47 \text{ tCO}_2/(\text{人} \cdot \text{年})$, 陕西、宁夏、山西、新疆、内蒙古人均碳排放分别为 1.77, 1.95, 2.08, 2.09 和 $2.30 \text{ tCO}_2/(\text{人} \cdot \text{年})$. 在各省区内家庭生活碳排放也存在较为明显的城乡差异(表 2).

西北地区各样点的人均碳排放可以反映其家庭碳排放的变化分布状况, 分析发现(图 1): 人均生活

表 2 研究省(区)家庭生活碳排放基本状况对比(单位: tCO_2)

	甘肃	新疆	宁夏	内蒙古	山西	陕西	青海	总体
户均生活碳排放	6.93	7.49	7.62	7.25	6.33	6.53	8.20	7.20
人均生活碳排放	1.72	2.09	1.95	2.30	2.08	1.77	2.47	2.05
城市人均生活碳排放	2.00	1.92	2.42	2.38	2.26	2.13	2.57	2.25
农村人均生活碳排放	1.57	2.29	1.48	2.14	1.83	1.41	2.29	1.82

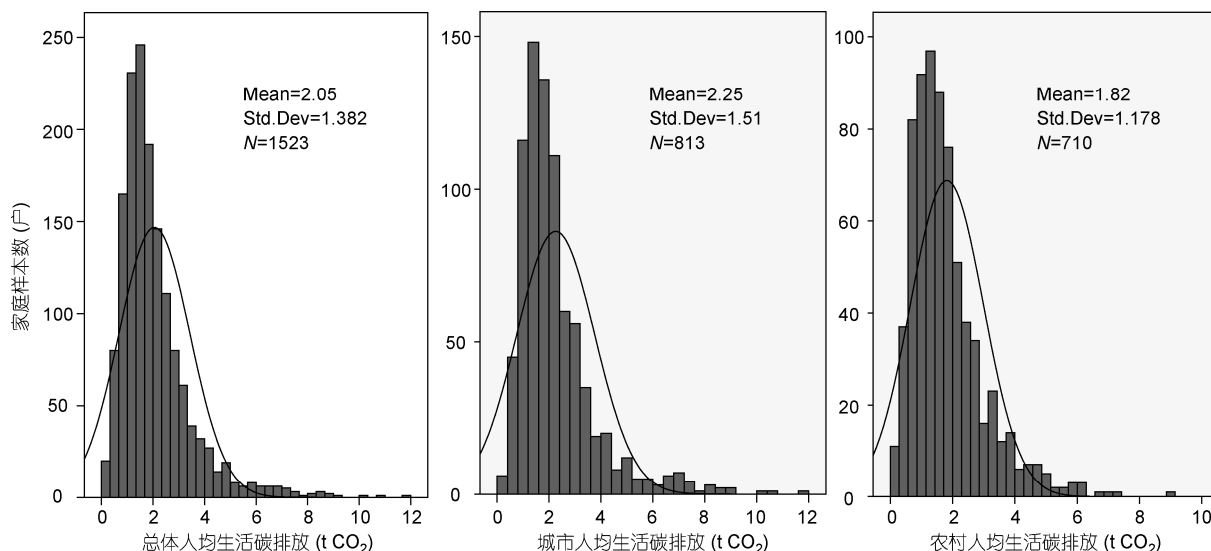


图1 研究省(区)人均生活碳排放频度分布图

碳排放集中分布在 1.06~2.78 tCO₂/(人·年)之间,人均排放最小值为 0.08 tCO₂/(人·年),最大值为 11.73 tCO₂/(人·年)。城市人均碳排放集中分布在 0.90~2.54 tCO₂/人之间,人均排放最小值为 0.11 tCO₂/(人·年),最大值为 11.73 tCO₂/(人·年);农村人均碳排放集中分布在 1.17~2.12 tCO₂/(人·年)之间,人均排放最小值为 0.08 tCO₂/(人·年),最大值为 9.00 tCO₂/(人·年)。

3.2 研究区家庭碳排放来源与结构

研究发现(图2),西北地区直接碳排放占 39.29%,间接碳排放占 60.71%。就各省(区)而言,陕西调查样本的直接碳排放比例最低,为 31.70%;内蒙古调查样本的直接碳排放比例最高,为 43.84%;其他省份调查样本的直接碳排放比例在 40%左右。城市家庭使用的化石能源相对较少,平均直接碳排放比例只

有 26.56%,平均间接碳排放比例达 73.44%;农村家庭多使用煤炭用于烹饪和取暖,平均直接碳排放量占家庭碳排放总量的 53.87%,平均间接碳排放比例为 46.13%。

本研究将家庭碳排放分为煤炭(烟煤、无烟煤、型煤)、电力、水力、油品(汽油、柴油、煤油)、液化石油气、煤气、天然气、食品、衣着、日用品、医疗卫生保险、教育文化娱乐、交通通讯等项目的排放。研究发现,西北地区家庭生活碳排放结构主要以煤炭、电力和食品的消费碳排放为主,这三项占家庭碳排放的 62.85%;其次为油品、教育文化娱乐和衣着的消费碳排放;水力和液化石油气消费的碳排放最少,仅占家庭碳排放的 1.20%(图3)。由于消费水平和消费模式的不同,农村地区和城市地区的家庭生活碳排放结构也不尽相同(图3):城市地区的家庭生活碳排放主要来源于电力和食品的消费,两者占家庭碳排放总量的 46.05%;其次是煤炭、衣着、天然气、油品、教育文化娱乐、交通通讯、医疗保险等,液化石油气和水力消费的碳排放最小,仅占家庭碳排放量的 1.37%。由于农村地区做饭、取暖的能源主要是煤炭,因此煤炭消费的碳排放量最大,占家庭碳排放的 43.46%,电力、食品、教育文化娱乐和油品的消费次之,液化石油气和水力消费的碳排放最小,仅占家庭碳排放的 1.01%。由于城市和农村家庭在基本生活用能设备和能源类型等的选择不同,不同的家庭能源及其家庭用能效率导致排放结构存在显著差异。但

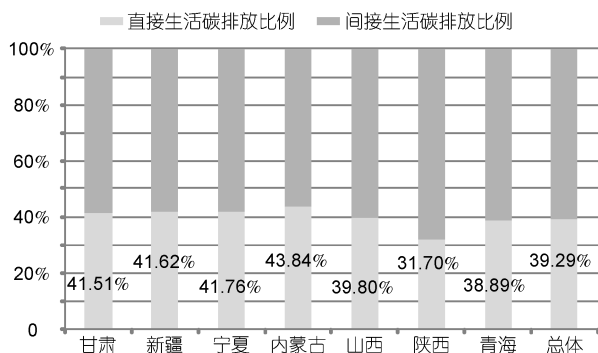


图2 研究省(区)直接与间接碳排放量比例

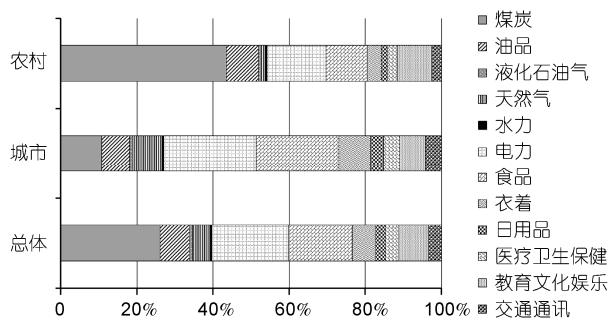


图3 研究省(区)家庭生活碳排放结构及城乡差异

总体而言,煤炭、电力和食品消费是家庭生活中碳排放的主要来源。

由于各省(区)的自然条件、资源禀赋和经济状况等的不同,其生活碳排放结构也不尽相同。甘肃省煤炭排放比例最高,为33.45%,而陕西省煤炭排放比例较低,只有15.27%,其他省(区)的煤炭排放比例分布在25%~30%之间;青海省电力排放比例最高,为24.04%,宁夏回族自治区电力排放所占比例最低,只有18.27%,其他省份的电力排放比例在19%左右;山西省食品消耗排放比例最高,为19.24%,内蒙古食品消耗排放所占比例最低,只有15.08%,其余省份的食品消耗排放比例在16%~17%之间。

4 生活碳排放影响因素分析

(1) 地理因素对生活碳排放的影响。家庭能源的消耗受家庭所在的地理位置、海拔高度、气候类型等地理因素的影响。研究区位于我国西北干旱、半干旱的大陆性气候区,各样点海拔在86~2981.5 m之间,昼夜温差大,且冬季较寒冷,用于取暖的化石能源消费较多。这决定了研究区农村人口生活碳排放中煤炭利用排放占比较高的特征。

(2) 家庭规模对生活碳排放的影响。家庭规模对人均生活碳排放影响最为突出。调查样区户均3.80人,其中城市家庭户均3.31人,农村家庭户均4.36人。分析研究区家庭人口总数对人均生活碳排放的影响发现,人均家庭碳排放随着家庭人口总数的增加呈现较为明显的降低趋势(图4),大家庭聚居有利于家庭的节能减排。

(3) 经济收入对生活碳排放的影响。家庭收入是仅次于家庭规模的影响因素。研究发现,随着经济收入的增加,人均生活碳排放量也随之增长,但人均生活碳排放量的增长幅度小于人均收入的增长幅度。

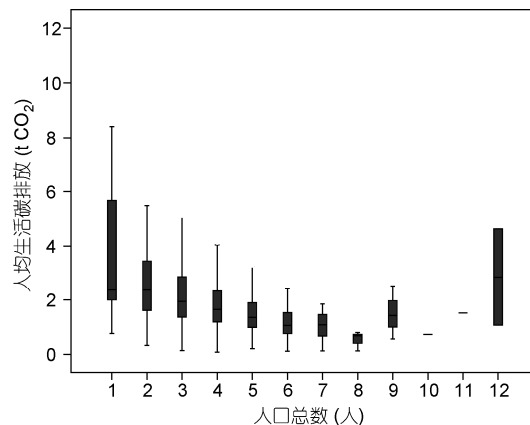


图4 研究省(区)家庭人口总数与家庭人均碳排放量关系

在城市家庭中,生活碳排放的增加主要来自间接排放;在农村家庭中,经济收入增长对直接排放和间接排放的影响不显著。

(4) 年龄结构对生活碳排放的影响。在中低收入国家或地区,青壮年人口比例对排放量具有正向的影响,而在发达国家存在与之相反的规律^[24]。本研究发现,随着家庭中15~49岁青壮年人口比例的增加,家庭人均生活碳排放量呈上升趋势。这一现象表明,青壮年人口较多的家庭有更高的经济收入,从而产生更多的人均碳排放量。另一个事实是,欠发达地区用于儿童及老年人口的消费占比要低于发达地区。

5 结论与讨论

西北地区居民家庭生活碳排放处于一个相对较低的水平,且直接碳排放比例较高,煤炭、电力和食品消费是西北地区家庭生活碳排放的主要来源。家庭生活碳排放主要受地理因素、家庭规模、经济收入和年龄结构等因素影响。在西北地区,家庭规模对人均生活碳排放的影响最大,其次为经济收入,年龄结构对碳排放也有一定的影响。因本研究区各省(区)间自然条件差别不明显,未对自然条件的影响进行量化分析。

基于对西北地区居民家庭生活碳排放的评估结果和排放结构的研究,结合目前正在推进的区域节能减排目标和气候变化应对行动的分析,对西北地区碳减排和气候变化应对工作提出如下建议:

(1) 节能减排与改善民生并重。西北地区总体经济发展相对滞后,人均生活消费较低,这导致了区域内居民家庭较低的生活碳排放。但可以预期,随着该地区生活条件的逐步改善,人均生活碳排放也将明

显增加。因此,需要探索低碳增长模式,将住房、交通、教育、供能等民生条件的改善工作纳入节能减排的总体框架下进行,降低经济收入增长与生活碳排放之间的关联度,在改善民生的同时实现减排目标。

(2) 加强西北地区应对气候变化的适应能力建设。因基础设施相对薄弱,以及降水时空分布不均、干旱、洪水、沙尘暴、酷热、骤冷等极端气候和天气事件的突发性或持续性,气候变化对西北地区社会经济系统具有更大或更持久的不利影响。西北地区的发展需要坚持自然环境保护与基础设施建设并重的原则,城乡基础设施建设要具备抵御当前和潜在的气候变化风险,以及由此带来的地质风险、生态风险等的适应能力,应严格按照区域功能分区开展生态环境保护与经济发展工作。

(3) 国家碳强度减排目标的分配应充分考虑西北地区经济发展的现实需求。国家已经制定了“十二五”单位 GDP 碳排放强度下降 17% 的目标,而且减排目标总体按照省份平等分解。对西北地区而言,减排活动具有更为复杂的情况。西北地区高能耗、高排放

产值比重大,而这些产业正是减排的重点领域,强度减排目标按道理更易实现,但西北地区的居民收入低、公共福利水平低、社会发展程度落后,发展机会少的事实亦不容忽视,如果缺少政策倾斜与资金支持、技术转移与合作、碳排放权交易等针对性举措的配合,基本平均的强制碳减排目标将加重西北地区全面发展的压力。因此,在后续的减排目标和措施的设计上,需要优先考虑欠发达地区紧迫的发展需求和与之紧密联系的能源消费增长需求。

(4) 推广高效煤利用技术与生物质能技术,以及因地制宜发展可再生能源。西北农村家庭的传统煤炉用煤量正在快速增长,原来取暖所用的作物秸秆和牧区畜粪正逐步被弃用。结合西北地区实际情况,应尽快研发、推广高效节能暖炉,提高煤的利用效率;依托区域条件,快速发展生物质能高效利用技术(包括秸秆高效利用技术和沼气综合利用技术等);倡导和推行低碳发展模式,采取政府财政补贴与市场机制相结合的方式,因地制宜发展分布式利用的太阳能、风能等可再生能源。

致谢 本研究得到新疆师范大学赵晓英教授、中国科学院资源环境科学信息中心赵纪东、王金平等机构和个人对调查工作的协助,谨致谢忱。

参考文献

- 1 丁仲礼,段晓男,葛全胜,等. 2050 年大气 CO₂ 浓度控制: 各国排放权计算. 中国科学 D 辑: 地球科学, 2009, 39: 1009-1027
- 2 高广生. 气候变化与碳排放权分配. 气候变化研究进展, 2006, 2: 301-305
- 3 葛全胜,方修琦,程邦波. 气候变化政治共识的确定性与科学认识的不确定性. 气候变化研究进展, 2010, 6: 152-153
- 4 潘家华,朱仙丽. 人文发展的基本需要分析及其在国际气候制度设计中的应用——以中国能源与碳排放需要为例. 中国人口·资源与环境, 2006, 16: 23-30
- 5 潘家华,郑艳. 碳排放与发展权益. 世界环境, 2008, 4: 58-63
- 6 UNDP. Human Development Report 2010. 2nd ed. New York: Palgrave Macmillan, 2010. 96
- 7 Mendelsohn R, Dinar A, Williams L. The distributional impact of climate change on rich and poor countries. Environ Develop Econ, 2006, 11: 159-178
- 8 Jacoby H D, Eckaus R S, Ellerman A D, et al. CO₂ emissions limits: Economic adjustments and the distribution of burdens. Energy J, 1997, 18: 31-58
- 9 Höhne N, Harnisch J, Phylipsen D, et al. Evolution of commitments under the UNFCCC: Involving newly industrialized economies and developing countries. ECOFYS, 2003
- 10 Parry M L, Parry M, Arnell N, et al. Assessing the costs of adaptation to climate change: A review of the UNFCCC and other recent estimates. International Institute for Environment and Development (UK) and the Grantham Institute for Climate Change, Imperial College London (UK), 2009
- 11 曲建升,王琴,陈发虎,等. 我国二氧化碳排放的区域分析. 第四纪研究, 2010, 30: 466-472
- 12 陈佳瑛,彭希哲,朱勤. 家庭模式对碳排放影响的宏观实证分析. 中国人口科学, 2009, (5): 68-78
- 13 Lenzen M. Primary energy and greenhouse gases embodied in Australian final consumption: An input-output analysis. Energ Policy, 1998, 26: 495-506

- 14 Bin S, Dowlatabadi H. Consumer lifestyle approach to US energy use and the related CO₂ emissions. *Energ Policy*, 2005, 33: 197–208
- 15 Biesiot W, Noorman K J. Energy requirements of household consumption: A case study of the Netherlands. *Ecol Econ*, 1999, 28: 367–383
- 16 Wei Y M, Liu L C, Fan Y, et al. The impact of lifestyle on energy use and CO₂ emission: An empirical analysis of China's residents. *Energ Policy*, 2007, 35: 247–257
- 17 Weber C L, Matthews H S. Quantifying the global and distributional aspects of American household carbon footprint. *Ecol Econ*, 2008, 66: 379–391
- 18 Golley J, Meagher D, 孟昕. 中国城市家庭能源需求与二氧化碳排放. 见: 宋立刚, 胡永泰, 编. 中国的政策选择——经济增长、环境与气候变迁. 北京: 社会科学文献出版社, 2009
- 19 杨选梅, 葛幼松, 曾红鹰. 基于个体消费行为的家庭碳排放研究. *中国人口·资源与环境*, 2010, 20: 35–40
- 20 曾静静, 张志强, 曲建升, 等. 家庭碳排放计算方法分析评价. *地理科学进展*, 2012, 31: 1340–1351
- 21 国家气候变化对策协调小组办公室, 国家发展和改革委员会能源研究所. 中国温室气体清单研究. 北京: 中国环境科学出版社, 2007
- 22 IPCC. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Hayama: Institute for Global Environmental Strategies, 2006
- 23 中华人民共和国国家统计局. 中国统计年鉴 2010. 北京: 统计出版社, 2011
- 24 Chen J Y, Peng X Z. An empirical analysis of carbon emission in the household consumption peak period in China. *J Sociol*, 2011, 31: 184–199

Household carbon emission differences and their driving factors in Northwestern China

QU JianSheng¹, ZHANG ZhiQiang¹, ZENG JingJing¹, LI Yan², WANG QinHua¹, QIU JuLong², LIU LiNa², DONG LiPing¹ & TANG Xia¹

¹Scientific Information Center for Resources and Environment, Lanzhou Branch of the National Science Library, Chinese Academy of Sciences, Lanzhou 730000, China;

²MOE Key Laboratory of Western China's Environmental Systems, Research School of Arid Environment & Climate Change, Lanzhou University, Lanzhou 730000, China

Based on interview survey data, we used the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, the People's Republic of China National Greenhouse Gas Inventory(2007), input-output analysis, and life cycle assessment methodology to assess household CO₂ emissions in Northwestern China. The result revealed the status and patterns of household CO₂ emissions in this area: (1) average annual household CO₂ emission per capita is 2.05 tons CO₂ per year; (2) the majority of household CO₂ emissions came from coal, electricity and food consumption, in which direct CO₂ emissions (related to consumption of fossil fuel) accounted for 39.29 percent, and indirect emissions comprised 60.71 percent; (3) household CO₂ emission was mainly affected by geographic environment, family size and income, and household age structure; (4) amounts, sources and driving factors of CO₂ emission varied between urban and rural households, as well as between households in different provinces.

household carbon emission, climate change, greenhouse gas, population, Northwestern China

doi: 10.1360/972012-1141