

居民生活用电碳排放交易机制研究

陈红敏

(复旦大学环境科学与工程系, 上海 200433)

摘要 个人排放交易被认为可以促进居民参与碳减排, 但是因其减排收益难以覆盖高昂的建立和运行成本, 降低了公众接受度。本文提出除了考虑碳减排的收益外, 更需要关注个人排放交易机制的教育价值、形成正确的激励以及鼓励创新的价值, 并提出可以基于当前国内多地实行的阶梯电价制度, 利用电力系统现有的用户网络和账户系统, 建立居民生活用电碳排放交易机制, 以降低成本并实现上述价值。在此基础上, 就居民生活用电碳排放交易机制的配额设定与分配、配额交易以及清缴问题做了细致的分析, 并提出绿色电力作为补充电力可以免费获得碳配额以促进绿色消费。同时, 比较分析了在居民生活用电交易机制和阶梯电价制度下, 不同居民家庭以及电力公司的用电成本(收益), 指出了其在形成正确的激励方面的作用。最后指出在条件成熟的情况下, 居民生活用电碳排放交易机制可以扩展到居民的其他能源消费领域, 以实现更为全面的个人排放交易。

关键词 个人排放交易; 机制; 配额; 成本

中图分类号: X196

文章编号: 1674-6252(2016)03-0077-007

文献标识码: A

DOI: 10.16868/j.cnki.1674-6252.2016.03.077

Research on Carbon Trading System for Household Electricity Consumption

CHEN Hongmin

(Department of Environment Science and Engineering, Fudan University, Shanghai 200433)

Abstract: Personal carbon trading is viewed as a good measure to engage households in reducing carbon emission. But it is rarely accepted in practice since the emissions reduction benefits can hardly cover its high setting up and running cost. It is argued in this paper that besides its emissions reduction benefits, more attention should be paid to the education value, incentives and innovation value that personal carbon trading scheme may initiate. This paper proposed a household carbon trading scheme which focus on the carbon emission from household electricity consumption. It utilize the users' network and billing system of existing power system and the tiered pricing for household electricity consumption in many cities to minimize the costs. And a detailed analysis was made on the process of carbon allowances allocation, trading and surrender. It is proposed that green electricity, as supplementary power, may get free carbon allowances so as to promote green consumption. Finally, a comparative analysis was made to reveal the cost changes of different households as well as power companies under household carbon trading scheme and the tiered pricing scheme for household electricity consumption. The household carbon trading scheme can be extended to cover other energy consumption of households besides electricity.

Keywords: personal carbon trading; mechanism; carbon allowance; cost

引言

随着应对气候变化问题的全球合作日趋深入, 越来越多的人认识到纯粹的技术方法不能解决人类在实施可持续发展、改变不可持续的消费模式这些关键维度上的选择^[1,2]。研究指出, 发达国家基于生产的碳排放总量已经下降, 但如果从消费来看, 发达国家的碳排放不但没有下降, 反而有所上升^[3,4]。因此, 生活和消费方式的变化对减排至关重要。

促进并推动居民生活和消费方式的转变是一项系统

工程。能源税、碳税等价格杠杆因可能存在累退效应而难以有效应对在能源与碳消费层面的问题。大量研究表明, 能源和碳消费的不公平在不同群体间已经有明显的表现, 而收入差距是造成能源与碳消费不公平的主要原因^[5-7]。由于高收入群体对能源或碳价格不敏感, 因而价格杠杆难以对作为能源和碳消费主体的高收入群体产生有效引导, 相反, 低收入群体则可能更容易受到能源或碳价格的影响, 导致福利损失, 从而造成更大的能源和碳消费的不公平。

基金项目: 国家自然科学基金“基于碳生产率的中国对外贸易损益分析及战略应对”(编号: 71203030)。高等学校博士学科点专项科研项目(20120071120032)。

作者简介: 陈红敏(1982—), 女, 博士, 副教授, 主要研究方向为低碳发展政策, E-mail: swingboat77@gmail.com。

因此,在能源和碳排放权有限的背景下,如何更公平、合理地配置碳资源,同时使不同群体真正感受到碳资源的约束,更有效率地利用碳资源,成为一个重要的命题。研究表明,相对碳税等政策工具,总量交易政策的累退性较小,特别是基于个人排放配额的个人排放交易^[8-10]。不同于将排放权分配给企业的上游总量交易工具,个人排放交易是一种将碳排放权分配给个人的下游总量交易政策工具,其基本理念是将碳排放权按照人均水平免费分配给个人。如果一个人的实际排放量超过其所获得的排放配额,那么他必须通过自身减排或者到市场上购买排放许可来保证实际的排放与其许可一致,而那些具有富余排放额度的人(其实际排放低于许可排放量),则可以在市场上出售其多余的排放量。理论上,通过设定不断趋紧的总量目标,就可以满足国家的减排目标,实现碳预算,而交易机制的设计可以促进公众参与和低成本减排。鉴于碳排放总量覆盖范围、碳排放权分配以及上缴方式的差异,研究者提出了不同的个人排放交易方案^[11,12]。

Fleming 最早提出了国内可交易配额(domestic tradable quotas, DTQs)这一概念^①他建议设置一个覆盖整个经济的能源碳排放总配额,并根据个人消费碳排放占总排放的比重,将一部分碳排放配额免费分配给个人,其他碳排放配额则拍卖给组织和机构。碳排放配额是可交易的,从而具有低碳消费的个人可以出售其富余的配额,而高排放群体则需在市场上购买。个人或机构在购买能源(包括电力和交通燃料)时需缴纳与所购能源相对应的碳排放配额,这些配额通过供应链上溯到能源供应商,并最终上缴给管理者。而碳排放总量设置将随时间逐步紧缩^[13,14]。此外,Fawcett 提出的个人碳配额(personal carbon allowances, PCAs)方案覆盖了全部的个人能源使用排放,包括家庭燃料使用排放、私人交通排放以及飞机出行的排放^[15]。不管是PCAs还是DTQs,不同方案都建议将碳配额存储在一张具有银行账户功能的特殊卡上,人们在购买燃料和能源时,必须使用卡上的碳配额,这就相当于创造了一种基于碳的新的流通货币。这就导致这一系统相对复杂,成本非常高。为了简化,有学者提出了仅包含住宅建筑排放的个人排放交易方案。Niemeier 等为加州提出了一个包含四部分的家庭温室气体排放总量交易系统(household carbon trading),由于这一方案利用了已有的家庭能源账户(单)系统,因此可以大大降低系统的复杂性以及运行成本,具有较强的可操作性^[16]。相较于家庭住宅排放,个人交通排放因具有更大的价格弹性,因此,关于个人交通排放的交易方案受到了更多关注^[17-20]。

除了理论研究外,在澳大利亚诺福克岛试验的诺福克岛碳/健康评估(the norfolk island carbon / health

evaluation, NICHE)项目则把个人排放交易这一理念推向了实践。这个由澳大利亚研究委员会资助的为期三年的试验项目旨在通过设定个人可交易的碳排放配额来促使个人减少碳排放,并测试减少个人碳足迹将促进个人转向有助于提高健康的行为这一理论^②。

对于中国而言,一个可行的实践个人排放交易机制的切入点是居民生活用电碳排放交易。当前,中国许多城市开始推行的阶梯电价制度为此提供了较好的铺垫。以上海为例,自2012年7月1日起,上海市居民将按照年度用电量,分三档电量,分别以不同电价计算电力消费。虽然阶梯电价制度本质上是利用价格杠杆来调节能源消费,但是阶梯电价的分档计费方式在一定程度上为居民家庭的电力消费设置了某种总量限制的暗示,即超过额定的电力消费量,需要付出更大的代价来获得额外的消费,在阶梯电价模式下,是更高的价格,而在总量-交易模式下,则需要到市场购买额外配额。因此,如果将阶梯电价这种分档计费的形式做一定的调整,使得分档成为一种总量控制的指标,同时允许家庭间进行交易,那么,将真正推动基于居民消费的资源消费总量控制与交易制度。基于此,本文将讨论居民生活用电碳排放交易机制的设计及其可行性。

1 居民生活用电碳排放交易机制设计的价值定位

碳排放总量交易机制的目标主要是通过配额控制碳排放总量,通过交易降低减排的成本。因此,碳排放总量和交易成本控制是其成败的关键。但是,对于个人排放交易而言,因其涉及的主体众多,减排的收益不足以覆盖其高昂的交易成本,因而可能使其不被决策者和公众接受^[21]。特别是就当前中国而言,个人消费碳排放占总碳排放的比重不高,减排的潜力有限。但是,如果从发展的角度来看,中国的消费和生活方式正在朝高碳方向发展,如何减缓甚至扭转这一趋势,必须从现在开始考虑。因此,需要站在更高的战略高度来看基于个人排放交易机制的价值定位,除了让消费者参与减排之外,以下几方面的价值实现不可忽视:

实现教育价值。使民众能够真正理解并感知资源的有限性。当前,虽然资源有偿使用已经成为普遍的共识,但是,在市场机制下,有支付能力的个人事实上并不受资源有限的约束。然而,对于高消费者而言,个人的高消费不仅需要收入支撑,而且需要全社会的支撑。因为在一个资源有限的社会里,某些人的高消费实际上建立在其他人的消费节约基础上。因此,通过碳配额的设定可以使个人更为清晰地感知资源的有限性,从而引导个人的资源消费管理。另一方面,这一机制设计可以更好地实现个人对资源消费公平的感知。在一个环境资源有限的空间,需要消耗环境容量的个人消费应该是有边界

① 其后又被称为可交易的能源配额(tradable energy quotas, TEQs)。

② <http://www.norfolkislandcarbonhealthevaluation.com>。

的，某些人的过度消费意味着占用了其他人的可消费资源。从公平的角度来看，这种占用应当通过个体之间的交易来实现。现有的通过价格机制来引导消费的方式，并不能体现公平性，反而可能使得收入层面的不公平转化成为资源消费层面的不公平，高收入者可以消费更多的资源，而低收入者的资源消费权益被挤占。而通过可交易的碳配额可以保证个体之间资源消费权益转移的自愿性和公平性。

形成正确的激励。让资源节约的行为真正受到鼓励和赞扬。资源有偿使用以及价格累进机制如阶梯电价的实施，使得高消费者需要付出更多的成本来获得比其他人更多的消费权利，从而形成对高消费的抑制，但是对于节约资源消费的个体或群体缺乏激励。个人的资源节约行为对于他人和后代都有重要的价值。正确的激励不仅要使具有负外部性的行为得到价格上的修正，而且要使具有正外部性的行为得到补偿。在这里，补偿应当直接用于激励资源节约行为。因阶梯电价机制设计带来的电力公司收入流的变化应当直接用于对于资源节约的消费者的补偿。而更直接的做法就是允许消费者之间根据其需求进行直接的资源消费权益的交易，从而完成资源的优化配置。这样，对于普通大众而言，节能不仅可以节省能源开支，而且可以获得收入，从而形成对资源节约与保护的良性激励。

鼓励创新。这一机制的设计不仅在于对居民电力消费碳排放实行总量控制，而且在于鼓励绿色消费和创新。扩大内需与资源节约的矛盾的调和需要依赖绿色创新，而个人排放交易机制的实施应当有助于促进绿色消费以及保障绿色消费的绿色产品的供给，从而形成良性循环。

因此，建立居民生活用电碳排放交易机制需要着眼于促进上述多种价值实现的制度设计，这也是在居民生活用电领域引入碳排放权交易最重要的出发点和落脚点。只有这样，才能形成长期的动力，并促进绿色消费行为的传播和普及。从这一点上来说，设计这一机制的目标，不仅仅在于缓解居民能源消费高速增长的趋势，更重要的是让上述价值理念得到体现和传播，而后的长期作用将更为深远。

2 居民生活用电碳排放交易机制设计

居民生活用电碳排放交易机制设计主要包括以下几个核心问题：居民生活用电碳排放配额的总量设定与分配；交易机制的设计；配额清缴与监管等。

2.1 配额总量设定与分配

由于居民生活用电碳排放具有规模效应，因此，以家庭为单位进行碳配额分配基准更为合理。根据碳排放的计算公式， t 年居民家庭的电力碳排放配额：

$$C_t = E_t \cdot f_t$$

其中， C_t 表示居民家庭获得的碳配额； E_t 表示与家庭所得

碳配额相对应的电力消费量； f_t 表示 t 年本地的电力碳排放系数。由此可知，在排放系数一定的情况下，碳排放配额实际上就是一定的电力消费配额，从这一点上看，阶梯电价中对于不同规模居民家庭的电力消费的分类设置可以作为居民家庭生活电力碳排放配额的重要参考。因此，可以居民生活用电碳排放总量以及常驻人口核算一个地区的人均碳排放水平，同时结合家庭的平均规模核定普通家庭的基本碳排放配额。在此基础上，对于“大家庭”（如5人以上等）给予一定额度的额外碳配额（考虑到家庭电力碳排放的规模效应，额外的碳配额应低于人均水平），而为了降低信息成本，有额外碳配额需求的“大家庭”需通过申请获得相应配额。

由于一个地区在特定时间其电力供应结构可以认为是稳定的，其电碳排放系数也可以认为在一个核算周期内不变。因此，可以认为在一个特定的核算周期内碳排放配额实际上就是一定的电力消费配额，从而可以利用对于阶梯电价的分配机制，将与不同规模的居民家庭基本电量相对应的碳排放配额 C_t 免费分配给居民家庭。如果居民家庭的电力消费量小于 E_t ，则不需要额外购买碳配额；如果其电力消费量大于 E_t ，则该家庭超额部分的电力消费量需要从市场上购买。

为了满足居民的用电需求并促进绿色消费，假设电力公司提供两种电力：一是常规电力，即具有一定碳排放系数 f_t 的电力；二是额外采购或者生产的绿色电力，其电力碳排放系数为零。居民受到的电力碳排放配额的限制主要是针对其购买的第一种电力。由于绿色电力的碳排放系数为 0，假设电力公司每提供一单位的绿色电力可以免费获得一单位电力对应的碳配额，这个碳配额也可以在市场上出售。因此，可以认为个人可以在市场上直接购买绿色电力并同时获得相应的碳配额，以满足家庭电力消费的需求。

另外，为了促进居民参与减排和绿色消费，同时促进电力公司的电力供应结构优化，可以设定家庭碳配额总量随时间递减的规则，以形成稳定的社会预期，促进绿色转型。与此同时，在规则上可以设定周期性的将电力公司的部分绿色电力供应纳入电力公司的常规电力供应结构中，从而保证 f_t 随时间下降，在居民家庭生活碳配额随时间减少的同时，并不对居民的电力消费构成大的约束。

2.2 交易机制的设计

配额交易是在自愿基础上，调整配额初次分配下的供需矛盾，实现资源优化配置的重要内容。在交易机制设计上有两种方式：一种是事后交易，即在年度结算后，获得各自需要购买或者能够出售的碳配额后进行交易，其优点是结算方便，但是事后交易可能会影响交易的活跃性，而且不利于居民形成有效的碳管理，可能演变成一种事后罚款或奖励机制。另一种是事前交易。由于家

庭电力消费具有一定的习惯性，居民家庭可以根据家庭的历史消费情况，预估电力消费以及相应的碳排放是否会超过配额，从而可以决定在市场上卖出或者买进。因此，可以进行事前交易，从而保证交易的活跃性。这意味着在结算周期前，消费者就可以在市场上出售或者买入所需的碳配额，但是必须保证在结算期，其电力消费碳排放不能超过其可用额度（自身碳配额加上买进量或减去卖出量）。如果结算时发现，该家庭在上一结算期内有超过其可用额度的碳消费，那么其过度消费部分将面临高额处罚。

为了促进配额交易，实现低成本的减排，对于具有富余碳配额的居民家庭，可以设计两种配额交易方式：一是居民家庭直接挂牌交易，即家庭通过注册，直接在碳交易市场上挂牌出售一定数额的配额。这种方式主要针对对直接交易有兴趣且有参与交易能力的家庭。二是协议收购，即电力公司作为中间商，买入家庭富余碳配额。具体来说，居民家庭可以与电力公司签订一次性协议，即允许电力公司按月自动将家庭富余碳配额按照一定价格收购，从而电力公司可以把这部分配额在市场上出售，电力公司与居民家庭按年度结算碳配额收购的价格，以便协调居民家庭不同月份的碳消费。这主要针对不愿意直接参与交易或者缺乏直接参与交易能力的居民家庭。对于碳排放需求大于配额的家庭来说，也有两种方式参与交易：一是直接在交易市场上购买不同主体出售的碳配额；二是直接向电力公司购买其额外提供的绿色电力。

此外，除了居民家庭和电力公司，应当允许其他机构作为中间商参与交易，以促进市场活跃。长期来看，对于未参与企业排放贸易系统的单位，特别是商业部门、事业单位等，远期也可以将其纳入这一排放交易系统。

2.3 配额清缴与监管

碳排放配额清缴的过程实际上就是家庭排放交易执行的过程。居民家庭的碳排放配额清缴主要考察两方面：一是基于家庭电力消费账单的实际家庭电力消费碳排放量；二是居民家庭在碳排放交易市场上碳排放配额的买进卖出情况（包括与电力公司的协议情况）。假设电力公司与碳排放交易市场实现信息对接，从而可以实现对居民实际电力消费碳排放和碳排放交易监管的一体化。而借助电力公司的用户信息网络，也可以大大降低建立和运行电力消费碳排放交易系统的成本，提高居民

的参与度。

居民家庭可以利用其电费单上的家庭户号注册碳排放交易系统，交易系统将每月的交易信息与电力公司共享，从而居民每月收到的电费单上将包含几部分信息：电力消费量以及对应的碳排放量；家庭在碳排放市场上的碳配额买入或卖出量；家庭的碳排放配额总量；基于上述信息提供的家庭在结算周期内剩余可用的碳排放额度。

如果家庭在结算周期结束前已经没有可用的碳排放额度，同时又没有在市场上购入其他人出售的碳信用额度，在这种情况下，为了避免家庭无法继续使用电力，可以允许家庭购买电力公司提供的绿色电力。由于电力公司提供单位绿色电力就可以自动免费获得单位常规电力对应的碳排放配额，因此，电力公司提供的绿色电力必须具有额外性，即这部分绿色电力不计入其当年电力结构，不影响其当年的电力碳排放系数 f_t 。

由于不同来源的电力进入电网后是完全同质的产品，居民在消费时很难区分。因此居民要消费绿色电力，实际上就是在碳交易市场上购买电力公司出售的绿色电力碳排放配额。而单位绿色电力对应的碳排放配额的价格实际上就是绿色电力与常规电力的价格差，这一价格差的存在实际上也为碳排放交易市场设定了碳配额价格的上限。基于电力公司的家庭电力消费碳排放的清缴如图1所示。

通过电力公司与交易系统的对接，电力公司可以实现对家庭电力消费及其碳排放情况以及其交易信息的实时监管；对于政府监管部门而言，则可以通过对电力公司实际能源供应量、能源供应结构、绿色电力额外供应量等的监管，实现对居民家庭电力消费碳排放是否符合碳配额进行监管。

由于居民电力消费量受到碳配额的影响，因此，居民和电力公司都有动力促进能源结构的优化，以便在额定的碳配额下获得更多的电力消费来以满足需求，从而有助于绿色创新。消费者真正成为绿色消费的推动者和实践者。

居民家庭电力碳排放交易机制示意图如图2所示。

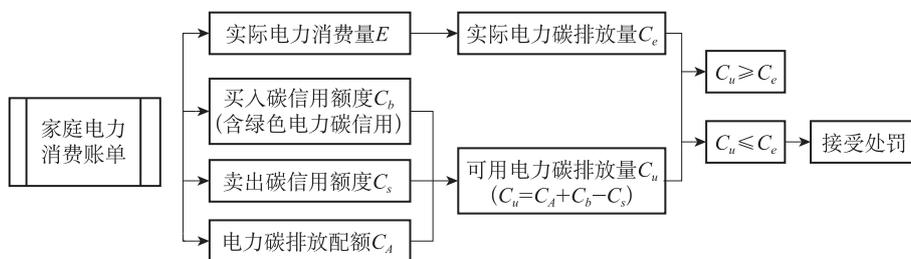


图1 基于电力公司的家庭电力消费碳排放的清缴

① 即在给定 f_t 下，能够降低 f_t 的那部分绿色电力才具有额外性。

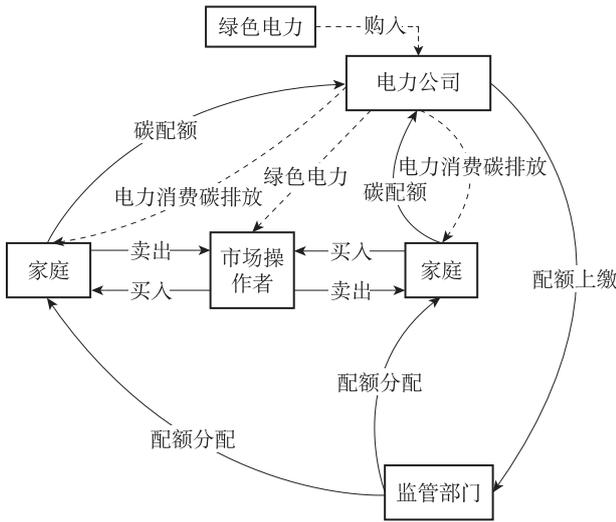


图2 居民家庭电力碳排放交易机制示意图

3 排放交易与阶梯电价模式下的家庭用电成本比较

市场上出售的碳配额主要来自两方面：一是居民家庭富余的碳配额。居民或者其代理人可以将自身或者其他家庭富余的碳配额（实际电力消费碳排放量与额定碳排放量的差值）以一定的价格 P_c 在市场上出售。二是绿色电力所对应的碳配额。绿色电力的提供者可以免费获得与绿色电力等量的碳配额，假设绿色电力的价格为 P_G ，则单位绿色电力对应的碳配额售价为 $P_G - P_E$ ，其中 P_E 为常规电价。

假设有两个普通家庭，家庭 A 为低碳消费家庭，假定其电力消费为 E_A ，且 $E_A < E_i$ ；家庭 B 为高碳消费家庭，其电力消费为 E_B ，且 $E_B > E_i$ 。由于 $E_A < E_i$ ，家庭 A 有富余的电力消费碳配额，故而可以将其在市场上出售，出售价格为 P_c ，如果绿色电力的供应充足，那么对于理性的市场参与者，则有 $P_c f_i + P_E \leq P_G$ 。由于 $E_B > E_i$ ，家庭 B 的电力消费碳配额不足，需要到市场上购买。

如果 $E_B - E_i < E_i - E_A$ ，则家庭 A 节约的电力消费碳配

额可以覆盖家庭 B 的超额部分，从而对于理性的家庭 B 而言，其优先的选择是在市场上购买家庭 A 出售的富余电力碳配额，以满足自身的需求，

如果 $E_B - E_i > E_i - E_A$ ，则家庭 A 节约的电力消费碳配额不足以覆盖家庭 B 的超额部分，从而对于理性的家庭 B 而言，先以 P_c 价格购买家庭 A 出售的电力碳配额，再以 P_G 价格购买部分绿色电力是其最优选择。

表 1 比较了在居民生活用电碳排放交易机制和阶梯电价制度下，不同家庭、电力公司以及全社会的用电成本（收益）。其中，假设阶梯电价分为两档，第一档电价为 P_E ，第二档电价为 P_H 。

可以发现，相较于阶梯电价，在电力碳排放交易机制下，家庭 A 的电力消费成本有所下降，家庭 B 的电力消费成本的变化则受市场上的碳配额价格、电力碳排放系数、绿色电力价格、常规以及二档电价的影响。如果家庭 A 节约的电力消费能够覆盖家庭 B 的超额部分，那么只要市场上 1 度电所对应的碳配额的价格低于二档电价和常规电价之差，则家庭 B 也能受益于电力碳排放交易机制；反之，则家庭 B 的用电成本将高于在阶梯电价下的情况。在电力碳排放交易机制下，电力公司的收益相比阶梯电价制度下有所下降。从这一点来看，通过电力碳排放交易制度，实际上是将电力公司从阶梯电价制度中获得的额外收益转移到了消费者身上，而这种转移能够形成正确的激励，引导居民低碳消费。与此同时，全社会的总成本 ($f_i P_c (E_A + E_B - 2E_i) < 0$) 在下降。

如果家庭 A 节约的电力消费不足以覆盖家庭 B 的超额部分，那么在二档电价高于绿色电力价格的情况下，家庭 B 在电力碳排放交易机制下的用电成本依然低于在阶梯电价之下，而电力公司的收益相较于阶梯电价下有所下降；如果二档电价低于绿色电力价格，那么其对家庭 B 和电力公司的影响不能确定，其影响还与碳配额的价格、电力碳排放系数以及家庭 A、B 的实际用电量有关。

这里不排除以下几种可能：一是绿色电力的供应量有限，无法满足高消费者的需求，在这种情况下，居民

表 1 不同家庭和电力公司在居民生活用电碳排放交易机制与阶梯电价制度下的成本比较

总成本	家庭 A	家庭 B ($E_B - E_i < E_i - E_A$)	电力公司
排放交易 (1) ($E_B - E_i < E_i - E_A$)	$E_A P_E - (E_i - E_A) f_i P_c$	$E_i P_E + (E_B - E_i) (P_E + f_i P_c)$	$-(E_A + E_B) P_E^*$
排放交易 (2) ($E_B - E_i > E_i - E_A$)	$E_A P_E - (E_i - E_A) f_i P_c$	$E_i P_E + (E_i - E_A) (P_E + f_i P_c) + (E_B + E_A - 2E_i) P_G$	$-2E_i P_E - (E_A + E_B - 2E_i) P_G$
阶梯电价 (3)	$E_A P_E$	$E_i P_E + (E_B - E_i) P_H$	$-[(E_A + E_i) P_E + (E_B - E_i) P_H]$
$\Delta = (1) - (3)$	$\Delta = -(E_i - E_A) f_i P_c < 0$	$\Delta = (E_B - E_i) (P_E + f_i P_c - P_H)$ $\Delta \leq 0$, if $f_i P_c \leq P_H - P_E$ $\Delta > 0$, if $f_i P_c > P_H - P_E$	$\Delta = (E_B - E_i) (P_H - P_E) > 0$
$\Delta = (2) - (3)$	$\Delta = -(E_i - E_A) f_i P_c < 0$	$\Delta = (E_i - E_A) (P_E + f_i P_c - P_G) + (E_B - E_i) (P_G - P_H)$ $\Delta \leq 0$, if $P_G \leq P_H$ Δ 不确定, if $P_G > P_H$	$\Delta = (E_B - E_i) (P_H - P_G) + (E_i - E_A) (P_G - P_E)$ $\Delta > 0$, if $P_G \leq P_H$ Δ 不确定, if $P_G > P_H$

注：* 负的表示收益。

间的碳配额交易价格可能上升, 导致 $f_t P_c + P_E > P_G$, 从而进一步刺激居民的电力消费节约以及绿色电力的供应; 二是高消费群体不管在何种情况下, 其超额部分都选择购买绿色电力, 在此种情况下, 低消费群体的富余常规电力碳配额相当于被注销, 这将促进电力公司减少常规电力的供应而增加绿色电力的供应, 从而优化整个能源供应结构。

4 结论

随着中国城市化的推进和居民生活水平的不断提高, 可以预见居民消费领域的碳排放将呈现快速增长趋势。技术的进步并不能改变人们不可持续的生活方式带来的影响, 因此必须真正推动居民生活和消费方式的转变。相较于碳税和总量交易等其他环境政策工具, 个人排放交易方案具有较少的累退性, 同时有激励广大公众实际参与到碳减排行动中的潜力, 因而受到关注。虽然因其建立和运行成本过高, 现有的研究并不支持其实施, 但在条件变化时它有可能成为重要的政策选择^[22]。

本文讨论的建立居民生活用电排放配额 - 交易机制, 将个人排放交易的范围限于家庭电力消费排放, 一方面是为了利用现有的电力账户系统和阶梯电价制度形成的总量限制暗示, 提高公众的接受度, 减少系统的复杂性, 进而降低系统成本; 另一方面是通过更易操作的特定领域的个人交易方案, 确定其除减排之外的其他价值的实现。事实上, 由于排放范围限制而使得这一系统在减排效果上可能有限, 但更为重要的是, 通过这一机制的建立, 形成教育价值、激励价值和绿色创新价值。通过居民生活用电碳排放交易机制的设计, 公众能够真正感知资源的有限性, 体现资源消费的公平性, 同时形成对于资源节约的有效激励, 使公众能够真正理解并管理家庭消费的碳排放, 进而参与减排, 进一步促进绿色创新。这些价值的实现将有助于形成长期的减排潜力。因此, 在交易机制的设计, 包括配额的设定、配额的交易与清缴环节都应着重考虑成本的降低和上述价值的体现。而通过与现有的阶梯电价制度的比较, 可以发现, 通过电力碳排放交易制度, 实际上是将电力公司从阶梯电价制度中获得的额外收益转移到消费者身上, 特别是低碳排放家庭身上, 而这种转移能够形成正确的激励, 引导居民低碳消费。而电力公司通过提高绿色电力的供应, 也能够实现更多收益, 高碳排放家庭则在这一机制下也有更多的策略选择, 有利于绿色创新与绿色转型。

最后, 值得一提的是, 居民生活用电碳排放交易系统本质上可以简化为可交易的电力消费配额问题, 将其延伸到碳排放权交易主要是为未来实现更具实践意义的完整的家庭碳排放交易系统做铺垫。事实上, 居民生活用电碳排放交易系统是一个开放的可叠加系统。其他家庭碳排放如家庭燃气排放和交通(燃油)排放在条件成熟时也可以作为新的排放模块叠加到现有系统中, 形成

完整的居民家庭排放交易系统, 从而促使居民选择更加低碳的生活方式, 在不同生活领域的能源消费和碳排放上实现资源的优化配置, 包括不同能源品种的消费替代(如电力和燃气)以及不同交通方式的选择等, 而这些反过来又可以推动能源结构的调整。

参考文献

- [1] JACKSON T, CLIFT R. Where's the profit in Industrial ecology?[J]. *Journal of Industrial Ecology*, 1998, 2(1): 3-5.
- [2] JACKSON T. Live better by consuming less?: is there a "double dividend" in sustainable consumption[J]. *Journal of Industrial Ecology*, 2005, 9(1-2): 19-36.
- [3] DAVIS S J, CALDEIRA K, CLARK W C. Consumption-based accounting of CO₂ emissions[J]. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2010, 107(12): 5687-5692.
- [4] PETERS G P, MARLAND G, LE Qu é r é C, et al. Rapid growth in CO₂ emissions after the 2008-2009 global financial crisis[J]. *Nature Climate Change*, 2012, 2(1): 2-4.
- [5] NICOLAS J P, DAVID D. Passenger transport and CO₂ emissions: what does the French transport survey tell us?[J]. *Atmospheric Environment*, 2009, 43(5): 1015-1020.
- [6] DRUCKMAN A, JACKSON T. The carbon footprint of UK households 1990-2004: a socio-economically disaggregated, quasi-multi-regional input - output model[J]. *Ecological Economics*, 2009, 68(7): 2066-2077.
- [7] CANTORE N. Distributional aspects of emissions in climate change integrated assessment models[J]. *Energy Policy*, 2011, 39(5): 2919-2924.
- [8] SDC. A study in personal carbon allocation: cap and share[R/OL]. Dublin, Ireland: Sustainable Development Council, 2008. http://www.feasta.org/documents/energy/AEA_cap_and_share.pdf.
- [9] STARKEY R, ANDERSON K. Investigating domestic tradable quotas—a policy instrument for reducing greenhouse gas emissions from energy use[R]. Norwich: Tyndall Centre for Climate Change Research, 2005.
- [10] HARWATT H. Reducing carbon emissions from personal road transport through the application of a tradable carbon permit scheme: empirical findings and policy implications from the UK[R]. Leeds, UK: Institute for Transport Studies, 2008.
- [11] HILLMAN M, FAWCETT T. Living in a low carbon world: the policy implications of rationing[R]. London: UKERC and PSI Seminar, 2005.
- [12] 陈红敏. 个人碳排放交易研究进展与展望 [J]. *中国人口·资源与环境*, 2014, 24(9): 30-36.
- [13] FLEMING D. Stopping the traffic[J]. *Country Life*, 1996, 140(19): 62-65.
- [14] FLEMING D. Energy and the Common Purpose: Descending

- the Energy Staircase with Tradable Energy Quotas (TEQs)[M/OL]. London: The Lean Economy Connection, 2005. <http://www.teqs.net/EnergyAndTheCommonPurpose.pdf>.
- [15] FAWCETT T. Carbon rationing and personal energy use[J]. *Energy and Environment*, 2004, 15(6): 1067-1083.
- [16] NIEMEIER D, GOULD G, KARNER A, et al. Rethinking downstream regulation: california's opportunity to engage households in reducing greenhouse gases[J]. *Energy Policy*, 2008, 36(9): 3436-3447.
- [17] VERHOEF E, NIJKAMP P, RIETVELD P. Tradeable permits: their potential in the regulation of road transport externalities[J]. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 1997, 24(4): 527-548.
- [18] RAUX C, MARLOT G. A system of tradable CO₂ permits applied to fuel consumption by motorists[J]. *Transport Policy*, 2005, 12(3): 255-265.
- [19] WATTERS H, TIGHT M. Designing an emissions trading scheme suitable for surface transport[R/OL]. Leeds, UK: Institute for Transport Studies, University of Leeds, 2007. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.124.35&rep=rep1&type=pdf>.
- [20] WADUD Z. Personal Tradable Carbon Permits for Road Transport: Heterogeneity of Demand Responses and Distributional Analysis[D]. London: Imperial College London, 2007.
- [21] LANE C, HARRIS B, ROBERTS S. An analysis of the technical feasibility and potential cost of a personal carbon trading scheme: a report to the department for environment food and rural affairs[R]. Defra, London: Accenture, with the Centre for Sustainable Energy (CSE), 2008. .
- [22] STARKEY R. Personal carbon trading: a critical survey Part 2: efficiency and effectiveness[J]. *Ecological Economics*, 2012, 73: 19-28.

(上接39页)

的战略统筹性和可实施性,将土地利用分类划分为三大类:农用地、建设用地和其他土地,并协调国土和规划用地分类进行小类划分。利用市县土地利用现状数据叠加区域最新遥感影像作为工作底图,整合土地利用规划数据,拼合市县总体规划、重点片区控制性详细规划、各乡镇总体规划、社区建设规划用地方案,统一数据坐标系统,实现多规空间数据有效叠加,作为统一空间布局的基础数据支撑。

(3) 统一空间布局。充分落实底线思维,生态用地优先保障,基本农田严格保护,建设用地有序增长,优化土地利用布局,提高土地利用效率,划定县域“生态保护空间、农业生产空间和城镇村建设空间”。生态保护空间主要用于生态保护、环境保育。农业生产空间:面积主要用于农业生产活动,包括永久基本农田红线区、一般农地区。城镇村建设空间是承载人口居住、从事工商业活动、产业发展、民生保障、重点项目布局的主要区域。

(4) 统一信息平台。建立信息联动管理平台,涵盖社会经济重大项目、土地资源、城乡规划建设、环境保护等业务子系统。依托工作信息平台和标准化数据库,整合各业务子系统接口数据,基于发展总体规划“一张蓝图”规划成果,建立具有电子政务、综合监管、共享互通等功能的综合化信息服务。

(5) 统一管理机制。建立支撑“多规合一”运行的管理机制。完善建设项目生成机制,结合信息联动平台,打造项目选址、环评、规划、用地审批的一站式服务体系,实现各部门间无缝连接。完善规划控制线管控机制,通过制定政府规章等形式规范和强化规划的严肃性和延续性。完善“一张蓝图”和“一个平台”的运行机制,统筹专项规划编制审查模式,完善业务协同办理的监督、

考核和监管机制。

5 结论与展望

“多规合一”是从国家顶层设计角度推进的规划体系改革,如何有效地将“多规合一”应用于实践,未来需从如下两个层面完善:首先从法律层面明确“多规合一”在我国规划体系中的作用与地位,确立审批主体、审批流程、实施主体等,统一细化编制导则和细则。其次细化相关政策方案,如土地利用规划编制与审批机制,生态环境离任审计等配套支撑政策。

“多规合一”2.0版本更是突出了生态环境的基本制约与保障作用,落实底线思维,统筹发展空间,优化规模结构。做到以空间约束为基,划定城市发展底线;以资源控制为尺,确定城市发展规模;以环境质量为规,优化城市发展结构。从规划体系、标准数据、空间布局、信息平台、管理机制五个方面实现市县的多规融合。

参考文献

- [1] 尚嫣然,余婷,冯雨,等.欠发达地区县级多规合一规划实践与研究[J].*北京规划建设*,2015,(6):40-42.
- [2] 赖寿华,黄慧明,陈嘉平,等.从技术创新到制度创新:河源、云浮、广州“三规合一”实践与思考[J].*城市规划学刊*,2013,(5):63-68.
- [3] 王蒙徽.推动政府职能转变,实现城乡区域资源环境统筹发展——厦门市开展“多规合一”改革的思考与实践[J].*城市规划*,2015,39(6):9-13,42.
- [4] 陈雯,闫东升,孙伟.市县“多规合一”与改革创新:问题、挑战与路径关键[J].*规划师*,2015,31(2):17-21.
- [5] 顾朝林,彭翀.基于多规融合的区域发展总体规划框架构建[J].*城市规划*,2015,39(2):16-22.