

中国碳减排目标的地区分解方法研究述评

刘春兰¹, 蔡博峰², 陈操操¹, 王海华¹, 李 铮¹

(1.北京市环境保护科学研究院, 北京 100037; 2.环境保护部环境规划院气候变化与环境政策研究中心, 北京 100012)

摘要: 碳减排目标的区域分配是中国当前控制CO₂排放的紧迫问题。通过文献研究, 评述了国际上针对国家之间的碳排放权的区域分解方案以及中国碳减排目标的国内区域分解方案, 提出了要想真正公平、公正、可行以及可持续地进行碳减排目标的地区分解, 必须明确以下几个方面的关键和核心问题: 分配对象、分配原则、分配方案必须考虑的因素、分配标准、分配方法、分配模型以及分配结果的可靠性和合理性。

关键词: 碳减排目标; 地区分配; 排放强度承诺; 区域差异

中图分类号: X321; X323 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-0690(2013)09-1089-08

2009年, 中国政府正式提出到2020年单位国内生产总值二氧化碳排放比2005年下降40%~45%, 将碳排放强度作为约束性指标纳入国民经济和社会发展中长期规划, 并制定相应的国内统计、监测和考核办法。虽然中国已经在国家层面向国际社会明确了碳减排的目标, 但该目标确定科学与否、能否按时实现、是否会延缓中国经济社会发展的进程、不同区域的减排分担率如何确定^[1-6]是目前国际社会、国内学术界、媒体以及地方政府密切关注的焦点和敏感性问题。

地方层次如何落实国家承诺是国家提出的温室气体减排目标能否实现的关键^[1,4,6], 尽管早在2009年底中国已经在国家层面明确了碳减排的目标, 但至今还没有将这一指标分配到不同区域, 因此, 中国实施碳减排目标的难点, 是如何将目标分解并有效贯彻实施。中国各省经济发展、人口规模、生活水平、经济结构和能源利用差异很大, 减排任务区域分解不能简单处理, 必须兼顾各种因素。同时, 碳减排目标的区域分解直接决定了一个区域的碳减排责任, 决定中国能否兑现国际承诺, 以及如何实现区域和国家的可持续发展。

对已有的国际上针对国家之间的碳排放权的区域分解方案以及中国碳减排目标的国内区域分解方案进行梳理后发现, 要想科学、合理进行碳减排目标的区域分解, 做到公平、公正、可行以及可

持续, 最终兑现减排的承诺, 首先必须明确以下一些关键和核心问题: ① 分配对象, ② 分配原则, ③ 分配必须考虑的因素, ④ 分配标准, ⑤ 分配方法, ⑥ 分配模型, ⑦ 分配结果的可靠性和合理性。本文分别针对上述问题进行综述。

1 碳减排目标地区分解的对象、原则、标准与方法

1.1 分配对象

总括国内外提出的各种碳减排分配方案中的分配对象, 基本可以划分为3类: ① 绝对减排量的区域分解。《京都议定书》要求发达国家强制实行绝对碳减排, 因此绝对减排量是《京都议定书》附件一国家碳减排目标的分配对象。这也是当前国际上的温室气体排放区域分解方案的分配对象。② 碳排放强度下降目标的区域分解。中国提出碳减排目标是在保证经济持续发展的情况下控制碳排放强度。作为发展中国家, 中国的目标 and 做法是一种基于正常情景(BAU)的相对减排。因此, 一些学者将40%或45%强度减排作为区域分解的对象, 并分析实现强度减排目标下的中国不同省区碳减排目标和分担率^[1,2,4,6], 探讨实现碳减排目标的可能性、实现的路径及难度。由于各省碳排放水平和排放强度差异很大, 因此, 强度目标直接分解较难操作, 并且各省强度下降和国家强

收稿日期: 2012-05-10; 修订日期: 2012-12-27

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(41001380)、北京市科技新星计划资助项目(2010B023)资助。

作者简介: 刘春兰(1978-), 女, 河北唐山人, 博士, 副研究员, 主要从事气候变化、碳排放研究。E-mail: chunlan1978@163.com

度下降之间难以建立明确对应关系,因而强度目标很难公平、公正、合理的分解下去,可操作性较弱^[3]。③第三类是碳排放强度约束下,碳排放总量增量的区域分解。强度减排实质上是CO₂排放总量控制的一种“软性”约束。这种约束与总量绝对减排的差别是:在控制期间的一定期限内排放总量继续上升,因此控制的关键是对增量和增速的控制。中国现阶段碳减排目标的区域分解绝大多数是强度约束下排放总量增量的区域分解^[3]。

综上,第一类绝对减排量的区域分解适用于《京都议定书》附件一国家之间,以及国家内部不同区域(省)之间的分解,不适用于中国现阶段。而后2类无论是直接对强度减排目标进行区域分解,还是对强度约束下总量增量的区域分解都是现阶段中国碳减排目标区域分解的对象。

1.2 分配原则

当前主流区域分解研究无一例外地考虑了公平性、效率性原则,这两大原则已经成为国际碳排放分配的基石^[7,8]。中国学者王金南在此基础上,增加了可行性原则,认为区域分解过程中需要考虑货币化减排成本,需要考虑不同区域经济水平、减排的资金投入能力和公众生活水平的受影响程度^[3],将以上原则扩展到3个基本原则,认为这3个基本原则是支持“共同但有区别的责任”的根本出发点。Yi等^[6]认为除以上原则外,碳减排目标分配时还必须考虑区域的可持续发展。

总体来看,国内碳减排目标分配遵循的原则逐步清晰并日趋合理,公平性、效率性、可行性和可持续性在未来中国碳减排目标区域分解必须遵循的基本原则。

1.3 分配方案必须考虑的因素

1.3.1 中国经济增长与二氧化碳排放的关系以及二氧化碳排放拐点的认识

中国经济增长与二氧化碳排放的关系以及二氧化碳排放拐点的认识对把握中国碳排放总体趋势、合理确定减排总体目标、制定减排方案以及减排目标的区域分解具有决定意义。

国际上分析二氧化碳排放与经济增长关系的方法多采用库兹涅茨曲线。Lantz等^[9]发现人均GDP和二氧化碳排放量不相关。Shafik等^[10]、Wagner^[11]研究得出人均二氧化碳排放与人均收入呈单调递增的关系,并且不存在拐点。Holtz-Eakin等^[12]、Panayotou等^[13]、Galeotti等^[14]研究发现人均二氧化

碳排放与人均收入呈倒U型,但得出的拐点处所对应的人均收入相差很大:低至Galeotti等^[14]得出的13 260美元,中到Cole^[15]估计的25 100美元,高达Holtz-Eakin等^[12]计算的35 428~80 000美元之间。Moomaw等^[16]、Friedl等^[17]、Martinez-Zarzoso等^[18]却发现两者呈N型。

国内学者对二氧化碳排放与经济增长的研究比较有限。陆虹^[19]建立了人均二氧化碳和人均GDP之间的状态空间模型,发现二者不是简单呈现为倒U型关系。蔡昉等^[20]通过拟合EKC估计排放水平从升到降的拐点,考察了中国经济内在的节能减排要求,认为:如果温室气体的减排被动等待库兹涅茨拐点的到来,将无法应对日益增加的环境压力。林伯强等^[21]考虑了经济增长、产业结构、城市化水平,在多种因素的影响下计算出了2种能源消费结构、3种经济增长水平下2008~2040年中国二氧化碳的排放,结果表明中国二氧化碳库兹涅茨曲线到2040年没有达到拐点。国外学者估计的人均二氧化碳排放拐点对应的人均收入为13 260美元^[14]或35 428美元以上^[12],美国二氧化碳库兹涅茨曲线的拐点出现在人均收入25 000美元左右。而中国2040年的实际人均收入为71 829~133 562元人民币,约10 262~19 081美元,小于国外研究和美国达到拐点时的人均收入。因此,中国到2040年二氧化碳排放总量还没有达到拐点是可能的。

中国作为一个经济快速增长国家,未来的能源需求和相应的温室气体排放将快速明显增加。因此,中国现阶段对国际社会承诺的碳减排目标是强度减排,是在保证经济持续发展的情况下控制排放强度,控制的关键是对排放增量和增速的限制,并最终实现总量减排。认识到这一点,才能充分理解和深刻认识中国碳减排总体目标的确定,才能更好的进行目标区域分解。

1.3.2 碳排放强度与人均GDP的关系

陈志祥^[22]认为碳排放强度与人均GDP的关系最常见的有2种模型:

1) 对数-线性模型: $\ln Y = A - b \ln X$,将其改写成函数关系则为 $Y = AX^{-b}$ 。式中, Y 为碳排放强度; X 为经济发展水平(人均GDP); A 为当 X 取某固定值时碳排放强度的初始值; b 为碳减排学习系数。此模型中碳排放强度随人均GDP的增加而呈直线下降。

2) 斯坦福-B型曲线: $\ln Y = A - b \ln(X - B)$,改写成

函数式为 $Y=A(X-B)^{-b}$, 式中, B 为碳减排环境学习曲线起点, $B>0$, 也即经济发展到一定水平后才可能实现碳减排。

孙根年等^[5]选取 1977~2007 年碳排放强度与人均 GDP 数据, 采用最小二乘法 (OLS) 对碳排放强度与人均 GDP 关系进行数值模拟, 得到中国碳排放强度与人均 GDP 的关系模型为: $Y=3\ 155.503X^{-0.746}$ 。式中, Y 为碳排放强度; X 为第 t 年的人均 GDP; 相关系数 R^2 为 0.990。孙根年等还选取了 1995~2007 年中国大陆 30 个省区 (不包括西藏) 的有关统计数据, 以人均 GDP 为自变量 (10^4 元), 万元产值碳排放为因变量, 建立了各省区碳排放强度与人均 GDP 的关系模型。

碳排放强度是反映国民经济“低碳”或“高碳”化的重要指标, 而人均 GDP 是反映经济发展水平的重要指标。结合中国不同区域的经济水平、产业和能源结构以及碳排放状况, 可以看出, 总体来看目前中国不同区域的碳排放强度与人均 GDP 的关系分为 2 类: 一类是仍处于快速工业化过程阶段, 经济的发展在很大程度上仍依赖于化石能源的大量投入和消耗, 因此, 需要经济发展到一定的水平后才能实现节能减碳的省区, 即目前碳排放强度随人均 GDP 增加仍不断增长, 未来经济发展到一定水平后才能逐步下降。另一类是节能—减碳型, 目前经济已经发展到一定水平, 能源和产业结构已经得到逐步优化, 在节能减碳方面已经有了一定的基础, 即碳排放强度随人均 GDP 增加而呈直线下降的省区。

1.3.3 强度控制与总量控制之间的关系

根据 CO_2 排放和经济发展的 kaya 方程式, CO_2 排放量 (E_{CO_2}) 受到人口规模、生活水平 ($\frac{\text{GDP}}{\text{人口}}$)、经济结构 ($\frac{\text{能源利用}}{\text{GDP}}$) 和能源结构 ($\frac{E_{\text{CO}_2}}{\text{能源利用}}$) 的影响, 如果进一步简化式 (1), 则得到式 (2), CO_2 排放可以从经济活动总量和单位经济活动排放强度 ($\frac{E_{\text{CO}_2}}{\text{GDP}}$) 计算,

$$E_{\text{CO}_2} = \frac{\text{GDP}}{\text{人口}} \times \text{人口} \times \frac{\text{能源利用}}{\text{GDP}} \times \frac{E_{\text{CO}_2}}{\text{能源利用}} \quad (1)$$

$$E_{\text{CO}_2} = \text{GDP} \times \frac{E_{\text{CO}_2}}{\text{GDP}} \quad (2)$$

$$E_t = \text{GDP}_t \times I_t = \text{GDP} \times (1 + \gamma)^t \times I \times (1 - \alpha) \quad (3)$$

式中, γ 为经济年增长速度; α 代表强度控制目标。

基于此, 王金南等^[23]提出了强度承诺下的 CO_2 排放总量控制模型, 给出了不同情景方案下的 2020 年全国 CO_2 排放总量控制目标。

1.3.4 中国各省 CO_2 排放水平和排放强度差异

中国各省的社会、经济发展情况和居民生活水平差异很大, 工业化起步和发展程度也不尽相同, 因此 CO_2 排放水平和排放强度差异很大, 这是中国分解二氧化碳排放控制任务必须考虑的重要因素。同时, CO_2 排放控制必然会影响到区域经济的发展速度、居民生活水平与民生息息相关的指标。当前中国实施碳减排面临发展阶段、国际分工、就业压力、能源结构、技术水平、体制机制等方面的制约, 需要相当的额外成本和大规模采用低碳相关技术, 因而中国的 CO_2 排放总量区域分解也必须坚持“共同但有区别的责任”的原则, 即必须针对各省具体情况分配排放量。因此, 国内大量研究基于经济、产业和能源等要素综合探讨区域碳排放的格局^[24-30], 并利用聚类分析的方法, 从地理学的角度研究和把握中国碳排放的空间格局和演变过程^[3,4,31]。

王金南等^[3]对中国 30 个省 (西藏、台湾、香港、澳门除外) 的碳排放强度和人均 CO_2 排放量进行层次聚类 (Hierarchical Cluster) 发现, 中国各省碳排放特征可以大致分为 4 类, 第一类是碳排放强度和人均都很高; 第二类是人均很高, 碳排放强度较低; 第三类是碳排放强度较高, 但人均较低; 第四类碳排放强度和人均都为一般水平。因此, 简单的基于碳排放强度指标进行各省分解很难实现公平原则, 并且可操作性很低。同时, 各省碳排放强度目标很难与国家强度目标建立明确的关联关系。因而, 认为中国的碳减排目标区域分解必须建立在基于总量构建模型的基础上。

孙根年等^[4]将中国大陆 30 个省区 (不包括西藏) 万元产值碳排放强度划分为 4 个等级: ① 高碳省区 (碳排放强度 $\geq 2.0 \text{ t}/10^4 \text{ 元}$); ② 较高碳省区 (碳排放强度为 $\geq 1.0 \sim 2.0 \text{ t}/10^4 \text{ 元}$); ③ 较低碳省区 (碳排放强度在 $0.7 \sim 1.0 \text{ t}/10^4 \text{ 元}$); ④ 低碳省区 (碳排放强度 $\leq 0.7 \text{ t}/10^4 \text{ 元}$)。以人均 GDP 为 2×10^4 元为标准, 利用各省区碳排放强度与人均 GDP 的关系模型模拟人均 GDP 从 1.5×10^4 元增至 2.5×10^4 元时的碳排放强度和人均 GDP 每增长 10^4 元时碳减排效率, 并将其划分为 4 个等级: ① 高减碳省区 (碳排放削减率 $\geq 25\%$); ② 较高减碳省区 (减碳效率

为15%~25%);③ 较低减碳省区(减碳效率为8.5%~15%);④ 低减碳省区(减碳效率 \leq 8.5%)。

岳瑞锋等^[31]利用1990~2007年间中国各省的化石能源消费数据,以能源碳排放的总量和份额为排放的数量指标,以能源碳排放强度和人均排放为效率指标,利用聚类分析法,对各省的相对排放-效率类型进行了划分,并在此基础上,对各省域的类型迁移规律进行了分析。并以能源碳排放的总量和份额为排放数量指标,以排放强度和人均排放为排放效率指标,利用聚类分析方法,对中国各省域的能源碳排放类型进行划分。结果表明,GDP标准下的经济强省大多属于“高排放”类型,其中部分省甚至属于“高排放-低效率”类型。因此,中国较大比重的GDP和人口处在相对“高排放”的发展模式下,认为这对于中国实现到2020年碳排放强度降低40%~45%的战略目标是一个严峻的挑战。

国内针对不同省区碳排放格局的研究为碳减排目标的区域分解提供了基础,基于此,在进一步进行减排目标的区域分解时才会针对各省具体情况,才能提出更为明确的公平、公正、可行和可持续性的区域分解方案。

1.4 分配标准

根据不同的分配原则,以及考虑到全球化的复杂影响,全球碳排放空间分配的标准日益增多并日趋合理,祁悦等^[32]根据对文献进行整理,认为有8个主要的分配标准:国别排放、人均排放、人均累积排放、单位GDP排放强度、人均单位GDP、生存排放量、消费排放量、进出口贸易。并归纳了不同分配标准的优缺点及适用性。丁仲礼等^[33,34]认为人均累积碳排放指标最能体现“共同但有区别的责任”原则,同时最能体现公正和公平。

国内碳减排目标的区域分配标准:孙根年等^[4]选取人均GDP和单位GDP碳排放强度作为碳减排目标区域分配的标准。Yi等^[6]选取人均GDP、历史累积碳排放、单位工业增加值能耗分别代表减排能力、减排责任和减排潜力的指标来定量分析各省应该承担的碳减排。王金南等^[3]选取人均CO₂排放量、人均GDP、工业增加值能耗、工业增加值能耗变化趋势、非化石能源占一次能源消费比例分别从排放水平、经济水平、能效水平和非化石能源利用3个角度代表公平性、可行性和效率性原则。

对已有的中国碳减排目标的国内区域分解方

案分配标准分析对比后可以发现,孙根年等的分配标准更多的考虑了减排能力和减排潜力,而Yi等^[6]和王金南等的分配标准还考虑了减排责任。在分配指标选取上日益增多并趋于合理,但随之而来的是分配的指标定量化更复杂。今后中国碳减排目标区域分解分配标准制定时必须同时考虑减排能力、减排潜力和减排责任,3个方面缺一不可。

1.5 分配方法研究进展

总括国内外提出的各种排放限额分配方案,基本属于2类:一类是部分发达国家提倡的,以当前排放现状和长期全球减排目标下的人均排放趋同为基础,是基于现实共同分担的原则,忽视公平性。另一类是部分发展中国家倡导的,以人均累积排放量为基础,考虑历史责任,并强调公平原则^[35,36]。

目前国内学者在这方面的研究成果多集中于全球碳排放权在国家间的分配。中国社会科学院2008年提出了满足人文发展基本需求的碳预算方案^[37]。国务院发展研究中心于2009年也提出了基于人均累积排放相等思想的分配方案^[38]。中国科学院2009年也提出了根据人均累积排放相等来进行碳排放分配的方案^[39]。清华大学于“九五”和“十五”科技攻关报告中提出了考虑历史责任的人均累积排放相等的分配原则以及“两个趋同”的分配方法^[35,36],是这些研究成果中最有影响力的,并已纳入2006年公布的国家应对气候变化评估报告^[39]。

以上研究都是针对全球长期减排目标下国家碳排放权分配的研究,真正意义上的国内碳减排目标区域分解的研究成果主要包括:王金南等^[3]提出的中国CO₂排放总量控制区域分解方案。该方案指出单位国内生产总值(GDP)CO₂排放下降承诺的本质是一种CO₂排放总量控制。提出了强度承诺下的CO₂排放总量控制模型,给出了不同情景方案下的2020年全国CO₂排放总量控制目标,并提出86.240亿t的总量控制目标。该研究基于总量分解思想,依据公平性原则、可行性原则和效率性原则三大国际总量分解的基本原则,确定4个分配影响因子和5个基本指标,构建模型,模拟计算中国各省以2005年为基年到2020年的增排量。该模型充分考虑了各省的经济发展、能源结构、居民生活水平和CO₂排放量等差异,根据分配因子和各省基础年(2005年)排放量确定各省分配额度。孙根年等^[4]选取人均GDP反映各省经济发展水平,以碳排放量与GDP的比值反映碳排放强度,利用

1995~2007年的有关数据,构建了中国大陆30个省区的人均GDP与碳排放强度的关系模型,并依据模型预测了中国各省2020年碳排放强度和相对2005年碳减排潜力。结果发现,按照过去12a的自然趋势,2020年各省区的碳减排潜力为15%~58%,全国碳减排总潜力为30.6%,与国家确定的40%目标还有9.4%的缺口。该研究结果表明碳减排40%目标相对较高,按目前的惯性模式较难实现,并将9.4%的缺口按比例分配到9个高碳省区,并重新计算了实现40%碳排放强度减排目标下的各省区碳减排目标和分担率。Yi等^[6]分别选取人均GDP、历史累积碳排放、单位工业增加值能耗分别代表减排能力、减排责任和减排潜力的指标来定量分析各省应该承担的责任。认为减排能力、减排责任和减排潜力是决策者在进行碳减排任务分解时考虑的核心因素。并且基于4种决策偏好(无偏好,能力优先,责任优先,潜力优先)将强度减排目标自上而下分解到省。此外还将不同的因素赋以不同的权重系数来进行敏感度分析。研究结果表明,不同的决策偏好和不同的因素权重系数对于最终分配结果的影响很大。

2 分配模型研究进展

一个成功的分配方法需要在公平、效率、可行、可持续原则之间求得均衡^[32]。

《京都议定书》签署之前就有研究探讨温室气体排放的国家分配问题,最简单的就是各国的减排率一致方案^[40]。这一观点一度成为主流,但受到了尚处在经济发展阶段以及新兴工业化国家的反对。基于人均排放的分配方案能反映每个人都有平等排放权的观念,受到了很大关注,但受到人均排放较高的发达国家反对。尽管如此,这一观点在后期的多阶段和多指标的分配模型和方案中都是一个重要考虑因素。基于GDP的排放分配^[40],即单位GDP相同排放量被认为是效率较高的解决方案,尽管这一思路反映经济结构中的减排潜力,但仍然充满了争议,受到GDP体量较小的国家和发展中大国的反对。不过,由于减排的确需要考虑成本和效率,所以这一思路依然成为后期综合模型的重要考虑。

在这些早期分配方法的基础上,后期发展起来了许多较为综合和复杂的分配模型和方案,同时考虑了早期方案的特点和不足,其合理性和可

接受性大为提高,但操作的复杂性也大大增加。Phylipsen^[41]等提出的综合人均CO₂排放量、GDP、CO₂/GDP和人均GDP作为分配参数,采用等权加和方法构建模型。瑞典斯德哥尔摩环境研究所提出的GDR^[42]方案,将人均GDP和人均累计排放作为减排承担能力和承担责任的表征,采用2个参数的乘积关系(幂函数修正)来构建排放分配模型。此外,还有根据历史温室气体排放趋势来确定减排义务^[43],以及许多从减排成本角度考虑的方案,例如Elzen等^[44]采用FAIR 2.0模型对3类分配模型的减排成本进行比较分析。

各类分配方案中,工业能源利用效率、人均CO₂排放和GDP等是各类模型考虑的核心因素,它们从不同角度代表了CO₂减排分配中的公平、平等、效率等基本原则。值得注意的是,Triptych是基于行业的自下而上的分配方案,充分考虑了区域的工业节能潜力和各国之间的差异。同时,如果把欧盟看作一个“国家”,则欧盟向各成员国的减排量分配与中国各省的排放控制量分配的情形非常类似,因此Triptych分配模型对中国区域分解具有重要的借鉴意义。

当前国际上的温室气体排放区域分解方案绝大多数是针对国家之间的分配,因为这一问题在《京都议定书》的核心问题。中国当前碳减排的区域分解是在国家内部不同区域(省)之间的分解,这与国家之间的分配有很大差异。由于温室气体排放的国家内部区域分解问题在国际上较为前沿,可资直接借鉴的方法很少,国内近2a一些学者借鉴国际上针对国家之间的分解原则和方法,构建了一些区域分解的模型,尝试开展区域分解研究,这些研究成果对中国区域分解具有重要的借鉴意义。

国内提出的中国碳减排目标区域分解模型,基本可归结为2类:一类是根据历史数据,建立中国大陆不同省区的碳减排环境学习曲线(ELC),并依据该理论模型进行碳减排目标的地区分解;另一类是较为综合和复杂的分配模型和方案,如王金南等^[3]提出的中国区域分解模型CRBDM(China Regional Burden Differentiation Model),综合人均CO₂排放量、人均GDP、工业增加值能耗、工业增加值能耗变化趋势、非化石能源占一次能源消费比例作为分配参数,采用5个参数的几何平均法计算分配因子,构建分配模型;Yi等^[6]提出的以人

均GDP、历史累积碳排放、单位工业增加值能耗作为减排承担能力、承担责任和承担的表征,采用3个参数的赋权加和方法构建分配模型。

对已有的中国碳减排目标区域分解分配模型分析对比后可以发现,第一类以历史统计数据建立的ELC模型为基础进行区域分解,历史数据支撑较强,模型相对简单,可重复性和可操作性强,但分配参数确定较主观。第二类较为综合和复杂的分配模型,其合理性和可接受性大大提高,尤其是分配参数确定更合理,但同时模型对输入参数要求较高,模型复杂性大大增加,因此可操作性较差。

3 分配结果研究进展

综合国内近20a仅有的碳减排目标区域分解的研究成果发现,研究方法和结果差别很大。首先从分配对象来看,孙根年等^[4]和Yi等^[6]是以强度减排作为区域分解对象,并分析为实现40%或45%强度减排目标下的中国不同各省区碳减排目标和分担率。但两者亦存在不同:孙根年等^[4]将强度减排40%目标落分解到各省区,而Yi等^[6]是将强度减排45%目标落分解到各省区。王金南等^[3]是将2020年相对2005年增排量34.910亿t碳作为分配目标。从分配结果的表现形式来看,孙根年等^[4]计算得出了2020年中国不同省区碳排放强度,碳排放强度减少量,碳减排效率,碳排放总量,2020年与2005年相比碳减排的总量,碳排放的消减率以及国家碳减排目标的分担率。Yi等^[6]计算得出了强度减排45%目标下各省2020年的碳排放强度。

由于目前国内不同学者的分配对象、分配方法都不同,所以不同分配方案的分配结果无法直接对比。总体来看,各方案的分配结果均有一定的可靠性,但均存在一定的缺点和不足,制约了分配结果的合理性和可接受性。比如:孙根年等的分配结果较国内其他学者,认为45%的减排目标很难实现,因此以40%作为减排目标分解的对象,这与其他学者认为45%的减排目标能够实现的结论不一致。从各省区的分配结果来看,孙根年等的分配结果更多的强调了高碳省区的减排责任,对于其他省区来说,减碳责任被弱化了,制约了最终分配结果的合理性和可接受性。Yi等^[6]提出了在4种决策偏好(无决策偏好,能力优先,责任优先,潜力优先)下各省区2020年的碳排放强度,这一分配方案得出的分配结果从形式上更容易被理

解和接受,但是4种决策偏好下,不同分配指标的权重确定受主观影响很大,不同的权重得到的分配结果差异很大,因此,分配结果很难在全国得到一致认可。王金南等^[3]的分配结果更多的考虑了各省决策者比较关心的本省排放占全国比例的变化,指出该分配结果2020年相对2005年各省排放比例变化较小,从这一点来说,方案更容易被接受,其余两方案在这方面没有考虑。但是不容忽视的是王金南等提出的分配结果,强烈依赖于增排量目标的确定,因此,增排量目标确定的合理和可靠与否直接制约最终分配结果的可靠性和合理性。由于增排量本身就很难确定,同时,分配模型体系还较为初步,所以,该研究结果也只能作为分配方法学和可行性探讨。综上,目前国内碳减排目标区域分配的不同分配结果均存在一定的缺点和不足,任何一种分配方案的分配结果都还不能作为国家总量分配的直接依据。

4 结 论

碳排放强度目标的区域分配问题是中国当前控制CO₂排放的紧迫问题。中国碳减排目标实现的困境,在于区域目标分解的依据缺乏。现阶段如何尽快将国家的碳减排目标分解到各个地区,并形成一套严密的考核指标,还有不少挑战性的问题需要研究和解决。

中国现阶段要想科学、合理进行碳减排目标区域分解,做到公平、公正、可行以及可持续,最终兑现国际减排的承诺并能实现不同区域的持续发展,首先必须明确以下关键和核心问题:① 分配对象;② 分配原则;③ 分配必须考虑的因素;④ 分配标准;⑤ 分配方法;⑥ 分配模型;⑦ 分配结果的可靠性和合理性。

从目前的情况来看,无论从分配目标和分配方法,分配考虑的核心因素,选取的指标,还是分配结果的表现形式来看,都存在较大差异。总体来说,该项研究还处于初级阶段,任何一项研究结果都还不能作为国家总量分配的直接依据。

因此,目前制约中国碳减排目标区域分解的难点不在于政策工具的设计,而是区域目标分解依据的缺乏,未来的重点应该首先是碳减排目标区域分解理论依据的深入研究。同时,分配模型体系的进一步完善以及输入参数的敏感性分析也是未来中国碳减排目标区域分解方法学研究的重点。

参考文献:

- [1] Shi M J, Li N, Zhou S L, et al. Can China realize CO₂ mitigation target toward 2020? [J]. *Journal of Resource and Ecology*, 2010, 1(2): 145-154.
- [2] 丁仲礼. 对中国2020年CO₂减排目标的粗略分析[J]. *陕西能源与节能*, 2010, (3): 1~5.
- [3] 王金南, 蔡博峰, 曹东, 等. 中国CO₂排放总量控制区域分解方案研究[J]. *环境科学学报*, 2011, 31(4): 680~685.
- [4] 孙根年, 李静, 魏艳旭. 环境学习曲线与中国碳减排目标的地区分解[J]. *环境科学研究*, 2011, 24(10): 1194~1202.
- [5] 姜克隽, 胡秀莲, 庄幸, 等. 中国2050年低碳情景和低碳发展之路[J]. *中外能源*, 2009, 14(6): 1~7.
- [6] Yi W J, Zou L L, Guo J, et al. How can China reach its CO₂ intensity reduction targets by 2020? a regional allocation based on equity and development [J]. *Energy Policy*, 2011, (39): 2407-2415.
- [7] Ringius L, Torvanger A, Underdal A. Burden sharing and fairness principles in international climate policy [J]. *International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics*, 2002, 2(1): 1-22.
- [8] Torvanger A, Ringius L. Criteria for evaluation of burden-sharing rules in international climate policy [J]. *International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics*, 2002, 2(3): 221-235.
- [9] Lantz V, Feng Q. Assessing income, population, and technology impacts on CO₂ emissions in Canada, where's the EKC? [J]. *Ecological Economics*, 2006, 57(2): 229-238.
- [10] Shafik N, Bandyopadhyay S. Economic growth and environmental quality: time series and cross-country evidence [R]. Washington, DC: World Bank Policy Research Working Paper, 1992.
- [11] Wagner M. The Carbon kuznets curve: a cloudy picture emitted by bad econometrics? [R]. Vienna: Institute For Advanced Studies, 2006.
- [12] Holtz-Eakin D, Selden T M. Stoking the fires? CO₂ emissions and economic growth [J]. *Journal of Public Economics*, 1995, (57): 85-101.
- [13] Panayotou T, Sachs J, Peterson A. Developing countries and the control of climate change: a theoretical perspective and policy implications [R]. Cambridge: CAER II Discussion Paper, 1999.
- [14] Galeotti M, Lanza A, Pauli F. Reassessing the environmental kuznets curve for CO₂ emissions: a robustness exercise [J]. *Ecological Economics*, 2006, 57(1): 152-163.
- [15] Cole M A, Rayner A J, Bates J M. The environmental kuznets curve: an empirical analysis [J]. *Environment, Development, Economy*, 1997, (2): 401-416.
- [16] Moomaw W R, Unruh G C. Are environmental kuznets curve misleading US? The case of CO₂ emissions, special issue on environmental kuznets curves [J]. *Environmental and Development Economics*, 1997, (2): 451-463.
- [17] Friedl B, Getzner M. Determinants of CO₂ emissions in a small open economy [J]. *Ecological Economics*, 2003, 45(1): 133-148.
- [18] Martinez-Zarzoso I, Bengochea-Morancho A. Pooled mean group estimation for an environmental kuznets curve for CO₂ [J]. *Economics Letters*, 2004, 82(1): 121-126.
- [19] 陆虹. 中国环境问题与经济发展的关系分析——以大气污染为例 [J]. *财经研究*, 2000, 26(10): 53~59.
- [20] 蔡昉, 都阳, 王美艳. 经济发展方式转变与节能减排内在动力 [J]. *经济研究*, 2008, (6): 1~11.
- [21] 林伯强, 蒋竺均. 中国二氧化碳的环境库茨涅茨曲线预测及影响因素分析 [J]. *管理世界*, 2009, (4): 27~36.
- [22] 陈志祥. 学习曲线及在工业生产运作研究中的应用综述 [J]. *中国工程科学*, 2007, 9(7): 82~88.
- [23] 王金南, 蔡博峰, 严刚, 等. 排放强度承诺下的CO₂排放总量控制研究 [J]. *中国环境科学*, 2010, 30(11): 568~1572.
- [24] 刘占成, 王安建, 于汶加, 等. 中国区域碳排放研究 [J]. *地球学报*, 2010, 31(5): 727~732.
- [25] 张雷. 中国一次能源消费的碳排放区域格局变化 [J]. *地理研究*, 2006, 25(1): 1~9.
- [26] 张雷, 黄园渐, 李艳梅, 等. 中国碳排放区域格局变化与减排途径分析 [J]. *资源科学*, 2010, 32(2): 211~217.
- [27] 姚亮, 刘晶茹. 中国八大区域间碳排放转移研究 [J]. *中国人口资源与环境*, 2010, 20(12): 16~19.
- [28] 张珍花, 方勇, 侯青. 中国碳排放水平的区域差异及影响因素分析 [J]. *经济问题探索*, 2011, (11): 90~97.
- [29] 王强, 伍世代, 李婷婷. 中国工业经济转型过程中能源消费与碳排放时空特征研究 [J]. *地理科学*, 2011, 31(1): 36~41.
- [30] Gong Yanming, Hu Yukun, Fang Fei et al. Carbon storage and vertical distribution in three shrubland communities in Gurbantunggüt Desert, Uygur Autonomous Region of Xinjiang, Northwest China [J]. *Chinese Geographical Science*, 2012, 22(5): 541-549.
- [31] 岳瑞峰, 朱永杰. 1990~2007年中国能源碳排放的省级聚类分析 [J]. *技术经济*, 2010, 29(3): 40~45.
- [32] 祁悦, 谢高地. 碳排放空间分配及其对中国区域功能的影响 [J]. *资源科学*, 2009, 31(4): 590~597.
- [33] 丁仲礼, 段晓男, 葛全胜, 等. 国际温室气体减排方案评估及中国长期排放权讨论 [J]. *中国科学 D 辑*, 2009, 39(12): 1659~1671.
- [34] 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 [J]. *中国科学 D 辑: 地球科学*, 2009, 39(8): 1009~1027.
- [35] 何建坤, 陈文颖, 滕飞, 等. 全球长期减排目标与碳排放权分配原则 [J]. *气候变化研究进展*, 2009, 5(6): 1673~1719.
- [36] 陈文颖, 吴宗鑫, 何建坤. 全球未来碳排放权分配的“两个趋同”方法 [J]. *清华大学学报(自然科学版)*, 2005, 45(6): 848~853.
- [37] 潘家华. 满足基本需求的碳预算及其国际公平与可持续含义 [J]. *世界经济与政治*, 2008, (1): 35~42.
- [38] 国务院发展研究中心课题组. 全球温室气体减排: 一个理论框架与解决方案 [J]. *经济研究*, 2009, 3(3): 1~13.
- [39] 何建坤. 气候变化国家评估报告(第三部分) [M]. 北京: 科学出版社, 2007.
- [40] Grubb M. The greenhouse effect: negotiating targets [R]. London: Royal Institute of International Affairs, 1989.

- [41] Phylipsen G J M, Bode J W, Blok K, et al. A triptych sectoral approach to burden differentiation: GHG emissions in the European Bubble[J]. *Energy Policy*, 1998, **26**(12): 929-943.
- [42] Baer P, Athanasiou T, Kartha S. The Right to Development in A Climate Constrained World[R]. Berlin: Stockholm Environment Institute, 2008.
- [43] Baumert K A, Bhandari R, Kete N. What might a developing country climate commitment look like?[R]. Washington, DC: WRI, 1999.
- [44] Den Elzen M, Lucas P, Vuuren D. Abatement costs of post-Kyoto climate regimes[J]. *Energy Policy*, 2005, **33**(16): 2138-2151.

Review of Carbon Mitigation Targets Allocation in China

LIU Chun-lan¹, CAI Bo-feng², CHEN Cao-cao¹, WANG Hai-hua¹, LI Zheng¹

(1. *Beijing Municipal Research Institute of Environmental Protection, Beijing 100037, China;*

2. Center for Climate and Environmental Policy, Chinese Academy for Environmental Planning, Beijing 100012, China)

Abstract: In late 2009, the Chinese government committed to cut its carbon dioxide emissions per unit of gross domestic product (GDP) by 40%-45% of those in 2005 by 2020, in order to demonstrate its commitment to reducing global emissions. Although the national intensity reduction target is clearly set, how this target should be allocated to the various sectors has not yet been determined. To control the carbon emission in China, one of the most difficult and complex issues is how to allocate the greenhouse gas emission reduction burdens into province level, and forming a set of strict assessment indicators. The regional allocation of carbon emission reduction decides the reduction responsibility of different areas, relates to regional sustainable development and concerns whether China will deliver on its reduction promises. According to China's situation, there are great differences among provinces in economic development, population, standard of living, economic structure and energy use, thus the emission reduction task cannot be simply allocated, and various factors must be taken into account. From the references, the key issues are: 1) allocation object; 2) allocation principle; 3) considerations in allocation; 4) allocation standards; 5) allocation methods; 6) allocation model; 7) reliability and reasonability in the analyzing the former studies. This article reviewed the researches on the carbon permit allocation among countries as well as carbon mitigation targets allocation among different provinces in the context of emission intensity commitment in China, and then analyzed the allocation methods in China from the above seven aspects. Based on literature review, there are large divergences in the allocation object, principles, indicator, methods, model, etc. in China. Related researches are still in the primary stage, and no research results can be directly applied in the implementation process. So these issues must be integrated and clearly considered in the regional allocation of carbon emission reduction in order to be really fair, just, feasible, sustainable, and ultimately fulfill the emission reduction commitments. Finally, this article emphasized that the points which restricts the regional allocation of carbon emission reduction in China is the absence of acceptable grounds, but not the policy instrument. In order to ultimately fulfill emission reduction commitments, and achieve the sustainable development of different regions, researchers should pay much attention to the theory basis study, and emphasis should be paid to improve the allocation models as well as sensitivity analysis of the input parameters.

Key words: carbon mitigation targets; regional allocation; emission intensity commitment; regional difference