

中国区域碳排放研究

刘占成^{1, 2)}, 王安建²⁾, 于汶加²⁾, 李 铭^{1, 2)}

1)中国地质大学(北京), 北京 100083;

2)中国地质科学院全球矿产资源战略研究中心, 北京 100037

摘 要: 通过比较不同机构和学者对中国区域碳排放的测算结果, 指出现有测算结果间存在巨大差异的具体原因, 按照更加科学准确的方法重新测算了中国各省及中部、东部、西部等主要区域的能源和水泥的碳排放量, 以此为基础, 通过对比分析, 对 1990 至 2008 年间不同区域碳排放总量、人均排放量、碳排放强度等重要指标的差异进行了系统分析。研究表明: 中国的区域碳排放格局是东部地区排放总量和累计排放量最大, 但西部地区排放总量及占全国的份额有逐步增加的趋势; 着重指出西部地区作为中国下一轮经济发展最重要的增长点, 其目前的人均碳排放量和碳排放强度均高于相同发展阶段的其他地区, 如不尽快转变其发展模式, 则会使未来的节能减排形势异常严峻, 中国的低碳经济之路仍旧任重而道远。

关键词: 区域碳排放; 碳排放强度; 人均碳排放

中图分类号: F113.3; F113.4; F123.2 文献标志码: A 文章编号: 1006-3021(2010)05-727-06

Research on Regional Carbon Emissions in China

LIU Zhan-cheng^{1, 2)}, WANG An-jian²⁾, YU Wen-jia²⁾, LI Ming^{1, 2)}

1) *China University of Geosciences, Beijing 100083;*

2) *Research Center for Strategy of Global Mineral Resources, CAGS, Beijing 100037*

Abstract: Having compared the estimated results of China's regional carbon emissions from different agencies and scholars, this paper points out the reasons for great differences existent between the results measured. The authors measured carbon emissions made by energy and cement in central, eastern, western and other major areas with more scientific and accurate means. Based on the work done, this paper has comparatively analyzed the total emissions, per capita emissions, carbon emission intensity and other important indicators in different regions between 1990 and 2008. The results show that China's regional carbon emission pattern is that the total emissions and accumulate emissions in eastern China is the largest, but the total emissions and the share of western China have been gradually increasing. This paper points out that, as China's economy is significantly growing, current per capita carbon emissions and carbon intensity in western China are higher than those in other areas at the same development stage. If the development model will not be changed as soon as possible, the future situation of energy saving will become very severe. So China's low-carbon economy still has a long way to go.

Key words: regional carbon emissions; carbon emissions intensity; per capita carbon emissions

2008 年中国二氧化碳排放总量达 83.25 亿吨, 已超过美国, 成为世界第一排放大国。2000 年以来, 中国二氧化碳排放量年均增速达到 10%。巨大的排放总量和较高的增速, 使中国都面临着巨大的减排

压力。中国幅员辽阔, 各区域经济社会发展和能源消费结构存在很大差异, 因此科学准确地测算和分析对不同区域碳排放量, 是确定我国碳排放总体状况的基础, 是明确减排具体目标、科学制定减排规

本文由地质调查项目(编号: K1009)和国家开发银行研究项目(编号: E0811)联合资助。

收稿日期: 2010-07-27; 改回日期: 2010-09-01。

第一作者简介: 刘占成, 男, 1986 年生。硕士研究生。主要从事人口资源与环境方向研究。通讯地址: 100083, 北京市海淀区学院路 29 号。电话: 010-82326960。E-mail: liuzhanchengde@126.com。

划的前提(王安建等, 2010; 王安建, 2010; 王高尚, 2010; 王高尚等, 2002; 于汶加等, 2010; 徐铭辰等, 2010; 李建武等, 2010; 李晓明等, 2010; 闫强等, 2010)。

近年来, 碳排放问题受到国内外众多研究机构和学者的广泛关注, 美国能源部二氧化碳信息分析中心(Carbon Dioxide Information Analysis Center, 2010)和 IEA(International Energy Agency, 2009)等众多机构对全球碳排放进行了大量的基础性工作。国内许多学者从国家的角度通过国内外对比分析, 对中国碳减排提出了对策和建议(冯巍, 2009; 赵霞等, 2010)另外, 一些学者从国内区域碳排放出发, 也进行了相应的研究工作。但是不同的区域碳排放测算方式得出的结果存在巨大差异。曾贤刚等(2009)对各省的能源和水泥碳排放进行了逐一测算、分析, 但是其各省结果加和后全国的二氧化碳排放量 2007 年超过 90 亿吨, 这显然与国内外主要机构的结果大相径庭, 其原因在于对各省能源基础数据的选取口径存在问题。王铮等(2008)将全国的能源碳排放总量通过折算分摊到各省得出不同省份的碳排放量, 这种近似的折算方法虽然是为了消除国家能源总量和地方能源统计之间的误差, 但是也导致各地区统计量明显偏小, 且数据的真实性和可靠性难以保证, 加之文中未考虑水泥排碳量, 基础数据的准确性进一步降低。张雷(2006)对中国东、中、西以及各省区的碳排放情况以及原因进行了系统分析, 但是分析仅限于总量及占全国份额的变化, 鉴于不同区域人口和面积的差异, 这样的对比研究尚不能完全说明碳排放的差异性问题, 而且其基础数据也与目前测算的实际情况有所差距。

综上所述, 目前国内区域碳排放研究存在的首要问题是真实、准确和完整地确定各地区碳排放量, 并以此为基础对不同区域的碳排放总量、人均、强度等特征指标进行系统的分析, 指出各指标差异的动因, 明确经济发展程度与各指标变化间的关系, 为确定未来区域碳排放趋势以及明确减排重点奠定坚实的基础。

1 区域划分概况

鉴于中国区域经济发展的程度从东部、中部再到西部呈现出显著的梯次性发展的态势, 因此相应地对碳排放的研究也按此分为东、中、西三个区域。另外, 作为经济社会最发达的东部地区, 其中的环渤海、长三角和珠三角三个经济圈有各有特色, 发展程度也有所不同, 因此将对这三个重点区域做更

深入的研究。

东部、西部和中部地区界定如下: 东部包括北京、天津、河北、辽宁、山东、上海、江苏、浙江、广东、福建、海南等 11 个省市地区; 中部包括山西、吉林、黑龙江、安徽、河南、湖北、湖南、江西等 8 个省市地区; 西部包括重庆、四川、云南、广西、新疆、内蒙古、甘肃、陕西、宁夏、青海、贵州等 11 个省市地区。需要说明的是西藏本应属于西部地区, 但由于统计部门没有该地区能源消费统计数据, 故本次研究未将其囊括在内。2008 年东、中、西三个区域的人口分别为 5.16 亿、4.40 亿和 3.62 亿, 人均 GDP 水平分别是 9107 美元、4364 美元和 3926 美元(1990 年盖凯美元, 以下简称盖凯美元)。

环渤海、长江三角洲、珠江三角洲三个经济圈的划分是环渤海经济圈包括北京、天津、河北、辽宁、山东 5 个省市地区; 长江三角洲经济圈包括上海、江苏、浙江 3 个省市地区; 珠江三角洲包括广东全省。三个经济圈的人口分别是 2.34 亿、1.42 亿和 0.95 亿, 经济发展水平以长江三角洲最高, 2008 年人均 GDP 为 11350 盖凯美元, 珠江三角洲次之, 人均 GDP 为 9195 盖凯美元; 环渤海人均 GDP 为 8155 盖凯美元, 在三个经济圈中相对落后。

从总体看, 全国几个主要区域中目前经济最发达的是长江三角洲地区, 西部地区经济社会发展水平最低。

2 中国区域碳排放分析

2.1 各区域二氧化碳排放计算方法

为更加全面、完整、准确地确定各区域碳排放量, 在此首先将能源碳排放和水泥碳排放均计入在本次碳排放统计中; 其次, 从二氧化碳排放量计算上, 在综合比较主要国际机构的计算方法后, 采用 IPCC 公布的《IPCC2006 温室气体排放清单》来计算, 化石能源燃烧产生的二氧化碳按如下公式计算: CO_2 排放量 = 化石燃料消耗量 $\times CO_2$ 排放系数; CO_2 排放系数 = 低位发热量 \times 碳排放因子 \times 碳氧化率 \times 碳转换系数;

具体数学公式如下:

$$Q_i = F_i \times EF_i$$

$$EF_i = NCV_i \times EF_{CO_2, i} \times OXID_i \times K$$

其中 Q_i 为燃料 i 的二氧化碳排放量; EF_i 为燃料 i 的碳排放系数; NCV_i 为燃料 i 单位质量或者单位体积排放的热量值; $EF_{CO_2, i}$ 为燃料 i 单位热量排放的碳排放因子; $OXID_i$ 为燃料 i 的氧化率。

水泥的碳排放量按照如下公式计算: $Q = Mc \times K$

$$\times EF_{clc} = Mc \times 0.75 \times 0.52$$

其中 Q 为水泥生产排放的二氧化碳量, K 为缺省的水泥熟料含量, 值为 75%。EF_{clc} 为 IPCC2006 给定的缺省熟料排放因子为 0.52。Mc 为水泥的产量。

需要说明的是, 化石能源数据在此以各省统计的数据为基础进行折算, 尽管各省的数据与国家总量数据有所差异, 但是考虑到国家与地方统计渠道的差异, 按照省级数据计算真实性、可信度和准确性更高, 更适于区域对比分析。

如表 1 所示, 本文根据 IPCC2006 年的温室气体排放清单折算的数据与各国国际机构给出的数据存在差异。总排放量高于 IEA 和 EIA 的数据, 这是因为 IEA 和 EIA 并未把水泥生产造成的二氧化碳排放量计算在总量内。而 CDIAC 数据 1992 年与 1997 年与 IPCC 折算数据基本相同, 而 2002 和 2007 年数据有较大差距, 可能的原因是中国的能源数据获取途径存在差异。

2.2 各区域碳排放总量分析

1990-2009 年, 我国二氧化碳排放总量持续增长, 由 1990 年的 23.59 亿吨增长到 2008 年的 83.25 亿吨, 年均增速 7.26%。总体上看, 各区域碳排放量均呈增长趋势, 但是不同区域的增速有明显差异。

2008 年东部、中部、西部地区二氧化碳排放总量分别为 42.2 亿、20.5 亿和 20.6 亿, 分别占全国排放总量的 50.7%、24.6%、24.7%。东部地区是中国二氧化碳排放量的主要集中区域, 2008 年排放量占全国碳排放量的二分之一, 尽管东部地区的人口总量仅为全国的 38.7%, 面积的 43%, 但是其经济发展起步早, 地区经济总量大, 2008 年, 东部 GDP 总量为 46968 亿盖凯美元, 而中部和西部分别为 19186 和 14225 亿盖凯美元。从产业结构上看, 东部地区第二产业比例超过 51%, 工业是其经济发展的主导产业, 因此其总体能耗高, 二氧化碳排放量大。在东部地区中, 2008 年仅环渤海一个地区的碳排放量就超过西部的排放总量(图 1)。从各区域碳排放占全国的份额变化看, 1990 年与 2008 年相比, 东部和

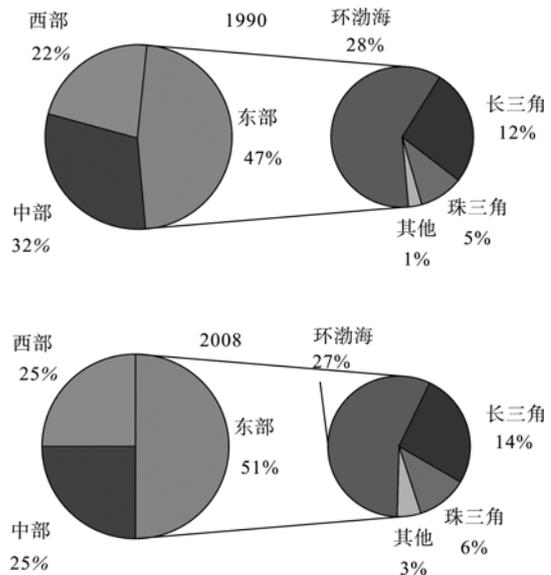


图 1 1990 年、2008 年各区域二氧化碳排放比例 (来源: 国家统计局国民经济综合统计司, 2010)

Fig. 1 Regional CO₂ emission proportion in 1990 and 2008 (Source: National Bureau of Comprehensive Statistics Division, 2010)

西部份额增加, 中部份额减少。

1990 年至 2008 年, 东部地区的累计碳排放量高达 418.8 亿吨(图 2), 与中西部地区累积量的总和相当; 在东部地区中, 环渤海地区累计二氧化碳排放量最大, 不仅高于长三角和珠三角, 而且超过了整个西部和中部地区。其原因在于, 环渤海地区经济结构以重化工业为主, 能耗高排放量大。

累计排放量从一个侧面反映了不同区域的历史排放情况, 体现出阶段性减排责任。各地区累计碳排放数据表明, 无论从历史排放情况还是从目前的经济实力来看, 东部地区都应承担更多的减排责任。值得注意的是, 中西部地区有一定比例的能源消费是用于支持东部地区的发展, 例如西电东送等, 虽然能源消耗和碳排放量记入中西部地区, 实际上真正的消费主体是东部地区。

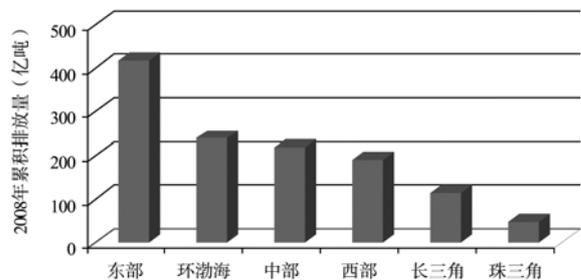


图 2 区域累积排放量

(来源: 国家统计局国民经济综合统计司, 2010)

Fig. 2 Regional cumulative emissions (Source: National Bureau of Comprehensive Statistics Division, 2010)

表 1 国际机构关于中国 CO₂ 排放总量对比

(来源: IPCC, 2010; IEA, 2009; EIA, 2010; CDIAC, 2010)

Table 1 A comparison of China's total CO₂ emissions estimated by different International institutions

(Source: IPCC, 2010; IEA, 2009; EIA, 2010; CDIAC, 2010)

亿吨 CO ₂	1992	1997	2002	2007
本文 IPCC	260.6	340.4	426.8	794.6
IEA	242.8	310.1	330.9	602.8
EIA	247	310.7	349.2	642.7
CDIAC	269.5	346.9	369.4	653.8

2.3 人均碳排放分析

鉴于各地区人口、面积和经济发展程度的差异,碳排放总量并不能完全反映出不同区域碳排放水平的差异,因此选取人均碳排放量作为区域间比较的指标。

2008年,各区域人均碳排放量中,环渤海地区最高,长三角地区次之。各地区经济发展水平和经济增长模式的差异,是造成人均碳排放量存在较大差异的主要原因。

1990年至2008年,各区域人均二氧化碳排放总体呈上升趋势,这与我国同期经济社会发展状况相吻合。此期间我国人均二氧化碳消费量变化可分为1990-2000年和2001-2008年两个阶段,其中第一个阶段人均碳排量增长速度比较缓慢,年均增长率为3.55%,其原因在于当时我国工业化程度比较低,经济发展主要依靠轻工业和劳动密集型产业,因此能耗水平和二氧化碳排放增长缓慢;在2000年之后,随着我国工业化城镇化的快速发展,能源消费与碳排放也同步增加。值得注意的是这一阶段西部地区人均碳排放量的增速明显快于其他地区,其年均增速达到12.26%,中部地区增速次之,达到9.42%;东部地区最慢为9.17%。西部地区碳排放量的快速增长,预期与以资源和重工业为主导的发展模式密切相关。

2008年,环渤海地区人均二氧化碳排放量为10.12吨,是珠三角地区的2倍左右,长三角的1.26倍。环渤海经济圈、长三角和珠三角同属于我国东部地区,但是三个经济圈的经济发展模式和支柱产业却有很大区别,珠三角以电子加工业和玩具、纺织等加工出口产业为支柱产业,这些产业大多属于劳动导向型企业,能源消耗量低,人均二氧化碳排放量低于全国水平;而长三角立足于制造业,人均排放量高于珠三角地区。环渤海拥有丰富的资源和

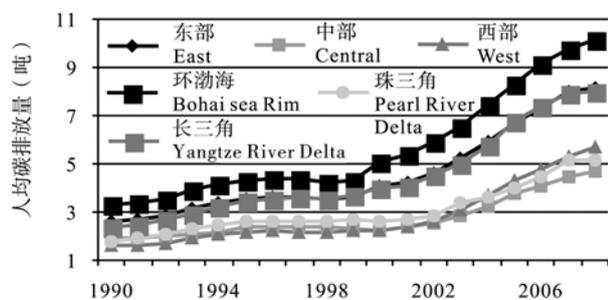


图3 人均二氧化碳排放量
(来源:国家统计局国民经济综合统计司,2010)

Fig. 3 Carbon dioxide emissions per capita
(Source: National Bureau of Comprehensive Statistics Division, 2010)

能源,立足于重工业的发展,人均排放量高于珠三角和长三角。

从不同区域人均碳排放量与经济增长间的关系看,各地区人均碳排放随人均GDP都呈现出近线性相关关系,经测算1990-2008年,中国东、中、西部地区人均碳排放量与人均GDP之间的相关系数分别高达0.995、0.981和0.992;珠三角、长三角和环渤海三个经济圈的相关系数分别为0.985、0.993和0.996;说明现阶段我国各区域经济增长几乎伴随着同步的碳排放量增加。

值得特别注意的是,2008年西部地区人均GDP为3925.74盖凯美元,人均碳排放量为5.67吨,与相同人均GDP水平时东部相比,其人均碳排放量高出39.66%,其人均碳排放水平甚至超过了以重工业为主的环渤海地区(图4)。这一方面说明西部地区的经济发展仍然没能摆脱高投入、高能耗的模式,另一方面也提醒我们,作为未来中国经济的重要增长点,如不能实现节能减排,那么未来中国将仍旧无法摆脱高消耗、高污染、高排放的发展模式,实现相关的减排目标的难度将进一步加大。另外,中部地区目前的碳排放水平也高于相同发展阶段的东部地区,从而进一步说明中国未来经济发展带来的减排压力非常巨大。

在东部地区内部,相同人均GDP时环渤海经济圈的人均二氧化碳排放量远高于长三角和珠三角,增速也快于另外两个地区,这与该区域经济发展模式和功能划分密切相关。

2.4 碳排放强度

碳排放强度即创造单位国内生产总值所排放的二氧化碳量,是用来衡量和比较减排、低碳增长以及绿色GDP的重要指标。

2008年中国各区域二氧化碳排放强度西部地区最

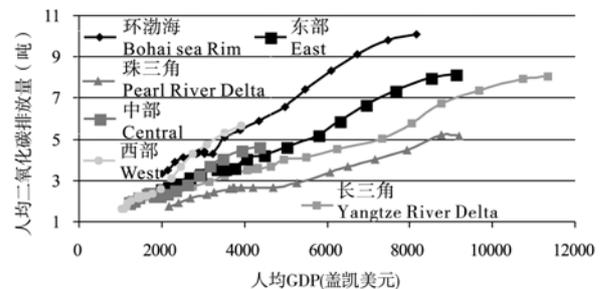


图4 人均GDP与人均二氧化碳排放关系
(来源:国家统计局国民经济综合统计司,2010)

Fig. 4 The relationship between per capita GDP and per capita carbon dioxide
(Source: National Bureau of Comprehensive Statistics Division, 2010)

高, 达到 1.45 千克/盖凯美元, 其次是环渤海地区为 1.24; 中部、东部地区则分别为 1.07 和 0.9; 而长三角和珠三角碳排放强度最低分别是 0.71 和 0.56 千克/盖凯美元(图 5)。西部地区 2008 年人均 GDP 为 3925.74 盖凯美元, 其碳排放强度高于相同人均 GDP 水平下其他地区所有地区(图 6), 这说明一方面其能源效率低、排放大, 另一方面经济增长过多依赖于资源和重工业。

从 1990-2008 年, 各区域碳排放强度随人均 GDP 的增长均呈两段式变化, 第一阶段快速下降, 第二阶段则先升后降(图 6)。其中环渤海、长三角、珠三角以及整个东部地区的变化趋势相近, 在人均 GDP 小于 5000 美元是均呈快速下降的趋势, 年均下降率在 2.36%; 其后缓慢上升, 三个经济圈在人均 GDP6000-8000 美元之间出现顶点, 然后开始平稳下降。西部和中部地区分别在人均 GDP 小于 2000 盖凯美元和 2600 盖凯美元时, 碳排放强度处于快速下降阶段, 其后呈先快速上升再缓慢下降的态势。

从时间序列上看, 各区域能源消费强度的升降趋于一致, 即 2002 年前各区域二氧化碳排放强度普遍呈快速下降的趋势, 这与中国能源消费强度变化相吻合, 其原因在于 1980-2002 年由于改革开放计划经济向市场经济的转型, 中国体制机制的变革以及先进技术的引进使全社会的劳动生产率和物质使用效率大幅提高, 从而使能源消费强度和碳排放强度均持续下降; 2002 年后体制机制所带来的能效提高已基本释放完毕, 加之中国已处于工业化快速发展阶段, 钢铁等重化工业迅猛发展, 能源消耗的增长速度超过经济增长速度, 使得能源消费强度逐步上升, 到达顶点后逐步下降(王安建等, 2008)。碳排放强度随着能源消费的变化呈现出同步变化轨迹。

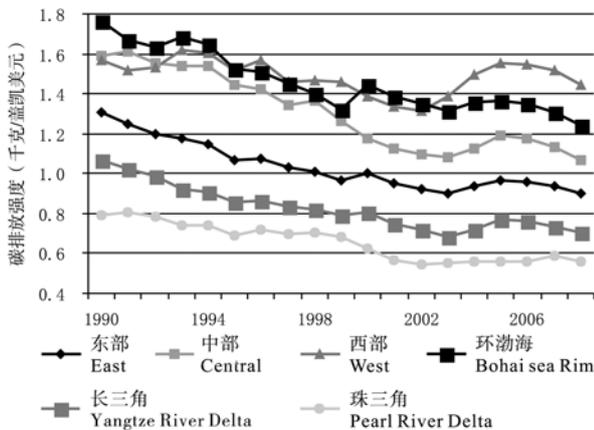


图 5 我国区域碳排放强度
(来源: 国家统计局国民经济综合统计司, 2010)
Fig. 5 Regional carbon emission intensities in China
(Source: National Bureau of Comprehensive Statistics Division, 2010)

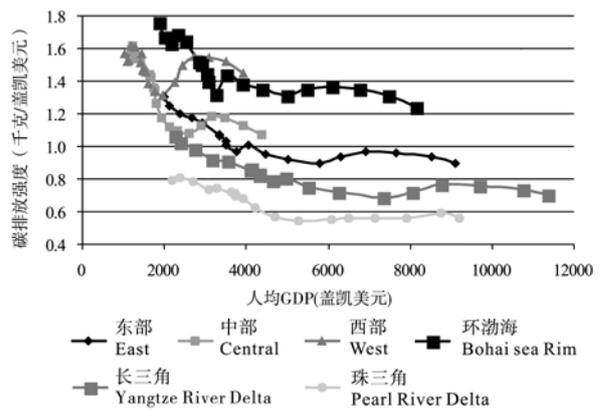


图 6 人均 GDP 与碳排放强度
(来源: 国家统计局国民经济综合统计司, 2010)
Fig. 6 GDP per capita and carbon emission intensity
(Source: National Bureau of Comprehensive Statistics Division, 2010)

值得特别关注的是中、西部地区未来二氧化碳碳排放强度将如何变化, 如果参照长三角、珠三角和环渤海地区人均 GDP6000-8000 美元到达强度顶点, 而目前中西部地区人均 GDP 只有 4000-5000 美元左右, 那么这些地区未来碳排放强度仍将呈逐步上升的趋势。如果按此发展中国未来二氧化碳减排形势将会异常严峻。

3 总结

3.1 通过比较不同机构和学者对中国区域碳排放的测算结果, 指出现有区域碳排放量测算结果存在巨大差异, 在系统分析造成差异的具体原因的基础上, 按照更加科学准确的方法重新测算了中国各省以及中部、东部、西部、环渤海、长三角、珠三角各主要区域的能源和水泥的碳排放量, 为后续研究奠定了坚实的基础。

3.2 对各区域碳排放总量、累积量、人均碳排放量、二氧化碳排放强度等关键性指标进行了系统详尽的分析, 指明变化和不同区域间差异的具体原因。研究表明: 从碳排放总量和累计量格局来看, 东部地区的总量和累积量所占的份额最大, 相应的其对中国碳减排应承担更多的责任; 从总量格局的变化看, 西部地区占全国碳排放总量的份额有逐步增加的趋势。

特别指出, 目前西部地区的人均碳排放量和碳排放强度均高于相同发展水平的其他地区, 作为中国经济未来的主要增长点, 需尽快转变其高资源消耗、高耗能、高排放的增长模式, 否则中国未来的节能减排形势将异常严峻。

参考文献:

- 冯巍. 2009. 全球碳交易市场构架与展望[J]. 发展研究, (5): 42-44.
- 国家统计局国民经济综合统计司. 2010. 新中国 60 年统计资料汇编[M]. 北京: 中国统计出版社.
- 李建武, 王安建, 王高尚. 2010. 中国能源效率及节能潜力分析[J]. 地球学报, 31(5): 733-740.
- 李晓明, 王安建, 于汶加. 2010. 基于能源需求理论的全球 CO₂ 排放趋势分析[J]. 地球学报, 31(5): 741-748.
- 王安建, 王高尚, 陈其慎, 于汶加, 周凤英, 韩淑琴, 闫强, 张照志, 牛建英, 汪莉丽, 耿诺. 2008. 能源与国家经济发展[M]. 北京: 地质出版社.
- 王安建, 王高尚, 陈其慎, 于汶加. 2010. 矿产资源需求与模型预测[J]. 地球学报, 31(2): 137-147.
- 王安建. 2010. 世界资源格局与展望[J]. 地球学报, 31(5): 621-627.
- 王高尚, 韩梅. 2002. 中国重要矿产需求预测[J]. 地球学报, 23(6): 483-490.
- 王高尚. 2010. 后危机时代矿产品价格趋势分析[J]. 地球学报, 31(5): 629-634.
- 王铮, 朱永彬. 2008. 我国各省区碳排放量状况及减排对策研究[J]. 战略与决策研究, 23(2): 110-114.
- 徐铭辰, 王安建, 陈其慎, 杜雪明. 2010. 中国能源消费强度趋势分析[J]. 地球学报, 31(5): 720-726.
- 闫强, 陈毓川, 王安建, 王高尚, 于汶加, 陈其慎. 2010. 我国新能源发展障碍与应对: 全球现状评述[J]. 地球学报, 31(5): 759-767.
- 于汶加, 王安建, 王高尚. 2010. 中国能源消费“零增长”何时到来[J]. 地球学报, 31(5): 635-644.
- 曾贤刚, 庞含霜. 2009. 我国各省区 CO₂ 排放状况、趋势及减排对策[J]. 战略与决策, (S1): 64-69.
- 张雷. 2006. 中国一次能源消费的碳排放区域格局变化[J]. 地理研究, 25(1): 1-8.
- 赵霞, 朱林, 王圣. 2010. 欧盟温室气体排放交易实践对我国的借鉴[J]. 环境保护科学, 36(1): 57-59.
- Carbon Dioxide Information Analysis Center. 2010. Global, Regional and National Annual Time Series(1751-2006)[EB/OL]. [2010-06-20] http://cdiac.ornl.gov/trends/emis/meth_reg.html.
- Energy Information Administration. 2010. International Energy Statistics[EB/OL]. [2008-06-20] <http://tonto.eia.doe.gov/cfapps/ipdbproject/iedindex3.cfm?tid=90&pid=45&aid=8&cid=&syid=1980&eyid=2008&unit=MMTC>.
- FENG Wei. 2009. The global market framework and prospects of the carbon[J]. Development Research, (5): 42-44(in Chinese with English abstract).
- Intergovernmental Panel on Climate Change. 2006. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories[EB/OL]. [2008-06-20] <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html>.
- International Energy Agency. 2009. CO₂ Emissions from Fuel Combustion[EB/OL]. [2010-6-20] http://www.iea.org/publications/free_new_Desc.asp?PUBS_ID=2143.
- LI Jian-wu, WANG An-jian, WANG Gao-shang. 2010. An Analysis of China's Energy Efficiency and Energy Conservation Potential[J]. Acta Geoscientica Sinica, 31(5): 733-740(in Chinese with English abstract).
- LI Xiao-ming, WANG An-jian, YU Wen-jia. 2010. A Trend Analysis of Carbon Dioxide Emissions Based on the Energy Demand[J]. Acta Geoscientica Sinica, 31(5): 741-748(in Chinese with English abstract).
- National Bureau of Comprehensive Statistics Division. 2010. China Compendium of Statistics 1949-2008[M]. Beijing: China Statistics Press.
- WANG An-jian, WANG Gao-shang, CHEN Qi-shen, YU Wen-jia, ZHOU Feng-ying, HAN Shu-qin, YAN Qiang, ZHANG Zhao-zhi, NIU Jian-ying, WANG Li-li, GENG Nuo. 2008. Energy and national economic development[M]. Beijing: Geological Publishing House(in Chinese).
- WANG An-jian, WANG Gao-shang, CHEN Qi-shen, YU Wen-jia. 2010. The Mineral Resources Demand Theory and the Prediction Model[J]. Acta Geoscientica Sinica, 31(2):137-147(in Chinese with English abstract).
- WANG An-jian. 2010. Global Resource Structure and its Perspective[J]. Acta Geoscientica Sinica, 31(5): 621-627(in Chinese with English abstract).
- WANG Gao-shang, HAN Mei. 2002. The Prediction of the Demand on Important Mineral Resources in China[J]. Acta Geoscientica Sinica, 23(6): 483-490(in Chinese with English abstract).
- WANG Gao-shang. 2010. Mineral Commodity Prices Trend in the Late Crisis Times[J]. Acta Geoscientica Sinica, 31(5): 629-634(in Chinese with English abstract).
- WANG Zheng, ZHU Yong-bin. 2008. Carbon emissions in each province the situation and Mitigation Countermeasures[J]. Strategy and Policy Research, 23(2): 110-114(in Chinese with English abstract).
- XU Ming-chen, WANG An-jian, CHEN Qi-shen, DU Xue-ming. 2010. Trend Analysis of China's Energy Consumption Intensity[J]. Acta Geoscientica Sinica, 31(5): 720-726(in Chinese with English abstract).
- YAN Qiang, CHEN Yu-chuan, WANG An-jian, WANG Gao-shang, YU Wen-jia, CHEN Qi-shen. 2010. Development Obstacles of New Energies in China and Countermeasures: A Review on Global Current Situation[J]. Acta Geoscientica Sinica, 31(5): 759-767(in Chinese with English abstract).
- YU Wen-jia, WANG An-jian, WANG Gao-shang. 2010. A Prediction on the Time of Realizing Zero Growth of Energy Consumption in China[J]. Acta Geoscientica Sinica, 31(5): 635-644(in Chinese with English abstract).
- ZENG Xian-gang, PANG Han-shuang. 2009. The Status, Trend and Countermeasures of Carbon Dioxide Emission in Provincial Level of China[J]. Strategy and Policy Research, (S1): 64-69(in Chinese with English abstract).
- ZHANG Lei. 2006. A changing pattern of regional CO₂ emissions in China[J]. Geographical Research, 25(1): 1-8(in Chinese with English abstract).
- ZHAO Xia, ZHU Lin, WANG Sheng. 2010. Lessons from European Union Greenhouse Gas Emission Trading Scheme[J]. Environmental Protection Science, 36(1): 57-59(in Chinese with English abstract).