

中国一次能源消费的碳排放区域格局变化

张 雷

(中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101)

摘要: 作为世界能源消费大国, 中国的碳排放问题不仅体现在总量的增长方面, 而且也体现在碳排放的空间格局变化方面。本文试图通过产业—能源关联和能源—碳排放关联两个基本评价模型, 解析中国碳排放区域格局的变化。分析的结果表明: 第一, 产业结构的演进不仅决定着地区经济发展的基本状态, 而且同样决定着国家一次能源消费空间的基本格局; 第二, 地区产业结构多元化程度越是走向成熟, 其一次能源消费的增速也就越是减缓; 第三, 缓慢的一次能源消费结构变化是难以实现地区碳排放增长有效控制的关键。

关键词: 碳排放; 能源消费; 产业结构演进; 区域格局

文章编号: 1000-0585(2006)01-0001-09

1 引言

作为陆地表层系统发育的最活跃表征因子, 碳元素的循环过程始终是决定全球气候及环境变化的基本要素和动力来源之一。随着陆地表层系统物质能量交换规模的迅速扩大和交换速率的不断加快, 碳循环过程的非对称性发展(排放多、吸收少)正在对全球环境, 特别是对气候变化所产生的负面影响表现得越来越强烈, 因而成为世界各国科学家共同关注的一个焦点^[1~5]。

中国是世界上最大碳排放国家之一。尽管目前尚未列入京都议定书第一批限定减排国家的名单, 但是中国碳排放变化却引起了各国的重视^[6~13]。由于种种原因, 长期以来, 人们对中国碳排放变化的研究几乎全部集中在国家总量的排放方面^[14,15]。从地理学的角度看, 对于一个国家碳排放的研究不仅需要从总量变化方面评估, 还需要从区域格局变化来把握。惟如此, 在进行国家碳减排目标和相关政策的制定时才会具有更为明确的针对性和更为良好的可操作性。这是本文进行中国碳排放区域格局变化研究的初衷所在。

2 总体变化

2.1 总量增长

总体变化是指国家碳排放总量的过程变化。

根据美国北卡罗来纳大学二氧化碳信息分析中心(Carbon Dioxide Information Analysis Center, University of North Dakota)的研究资料, 1952~2000 年期间, 中国碳排放总量增长了 20 倍。与之相比, 中国经济和能源消费总量则分别增长了 40 倍和 45 倍(见图 1)。

2.2 阶段变化

直到 20 世纪 90 年代中期, 中国碳排放与经济发展和一次能源消费大体保持着同步增

长的态势。此后,随着国家产业结构演进和生产技术进步的加快,碳排放的增速开始明显减缓下来,特别是1997年亚洲金融危机后。数据统计显示,1996~2000年期间,中国GDP增长了38.5%,而一次能源消费和碳排放总量则下降了6.2%和16.5%。

3 区域格局变化

根据资料的收集状况,中国碳排放的区域格局变化大体可以分为大区和省级两大地域系统。^①

3.1 大区地域系统变化

在这里,大区地域系统变化是指以东、中、西三大地带(区)划分的一次能源消费的碳排放空间格局变化。^②

3.1.1 东部地区 受经济发展程度和一次能源消费水平的影响,长期以来,东部沿海地带的碳排放在全国始终占据着主导地位。20世纪60年代以前,东部沿海地区碳排放在全国的比重大体保持在50%左右。此后,随着国家安全形势的变化和内陆工业生产建设的大规模展开,东部沿海地区的经济发展和一次能源消费增长受到极大制约。其结果,东部沿海地区的碳排放在国家的比重也开始呈现出逐步下降趋势(见图2)。20世纪80年代后,改革开放政策极大地激活了东部沿海地区经济发展和一次能源消费的巨大潜力。在快速的经济和一次能源消费增长带动下,东部沿海地区的碳排放增速也明显加快。2000年东部沿海地区碳排放在全国达到了49.4%,较1985年时增长了4个多百分点。

3.1.2 中部地区 总体而言,中部地区碳排放在全国的比重保持在稳重有降的态势。20世纪50年代初期至60年代中期,中部地区碳排放在全国的比重曾出现了一次较大幅度的变化,降幅达6个百分点(从1952年的近40%下降到1962年的34%(见图2))。20世纪60年代中期至90年代中期,中部地区碳排放的比重基本稳定在36%左右。此后,随着西部大开发政策的实施,西部地区一次能源消费和碳排放明显加快,受此影响,中部地区碳

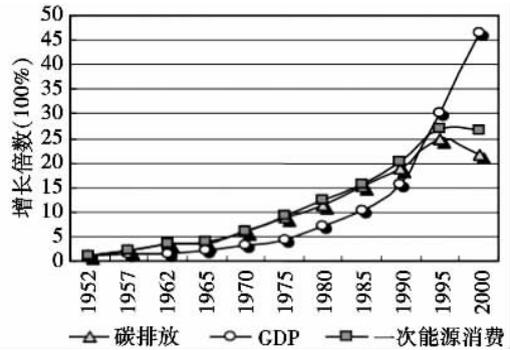


图1 中国碳排放、能源消费与GDP增长过程变化 (1952~2000年)

Fig. 1 The changing patterns of CO₂ emission, energy use and GDP growth (1952~2000)

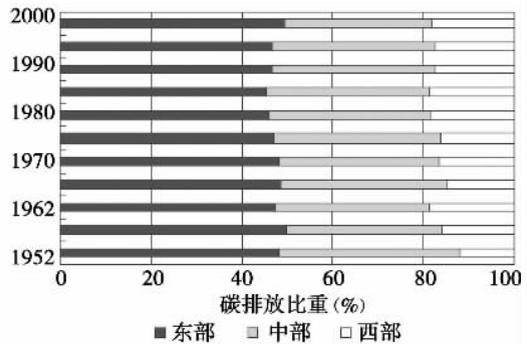


图2 中国碳排放的区域格局变化 (区级变化, 1952~2000)

Fig. 2 The regional changing patterns of CO₂ emission in China (at the three-belts level, 1952~2000)

①东部地区包括北京、天津、河北、辽宁、上海、江苏、浙江、福建、山东、广东、广西和海南等12省市和自治区;中部地区包括山西、内蒙古、吉林、黑龙江、安徽、江西、湖南和湖北等8省和自治区;西部地区包括重庆、四川、贵州、云南、西藏、陕西、甘肃、青海、宁夏和新疆等10省、市和自治区。

②除碳排放参数取自美国北卡罗来纳大学碳信息中心外,其他资料均来自中国国家统计局。

排放的比重再一次出现下降，降幅达 3 个多百分点。

3.1.3 西部地区 整体上看，西部地区碳排放在全国的比重基本保持着上升趋势。20 世纪 50 年代初期，西部地区碳排放在全国的比重不足 12%。至 20 世纪 70 年代中期，这一比重已经逐步上升到了 16% 左右。20 世纪 80 年代中期至 90 年代中期，受东部沿海地区开发政策的影响，西部地区碳排放增速明显减缓，从而导致在全国比重的下降（1985~1995 年期间西部地区碳排放在全国比重下降了 1 个多百分点）。此后，在东部地区乃至中部地区受东南亚金融危机影响而呈现出碳排放增速减缓的情况下，西部地区碳排放在全国的比重再次出现上升局面（例如，1995 年西部地区一次能源消费和碳排放分别占全国比重的 20.1% 和 17.6%，到 2000 年这两项比重则分别增长到了 21.0% 和 18.1%（见图 2）。

3.2 省（区、市）级变化

3.2.1 碳排放规模分类 根据中国大陆省（区、市）级碳排放变化特征，本文对中国大陆省区碳排放规模进行了初步分类，其标准为：第一类为超重型碳排放，其碳排放规模超过 5000 万吨/年；第二类为重型碳排放，其碳排放规模为 4999~3000 万吨/年；第三类为一般碳排放，其碳排放规模为 2999~1000 万吨/年；第四类为轻型碳排放，其碳排放规模等于或小于 999 万吨/年。

3.2.2 过程变化 50 多年来，中国省（区、市）级的碳排放空间格局发生了很大变化。这种变化大体分为 3 个阶段。

第一，起始阶段（1952 年）。此阶段特点是全国各省区碳排放全部处于轻型范围之内（≤999 万吨/年）。省区间的碳排放水平，除了辽宁省外，均无明显差距（见图 3）。

第二，初级分化阶段（1953~1980 年）。经过了近 30 年的大规模工业化发展，中国大陆省区的碳排放规模开始呈现出明显差异。辽宁和山东两省已经快速跃进到重型碳排放行列；四川、重庆、黑龙江、河南、陕西、河北、北京、江苏、吉林等 15 个省（区、市）跨入一般碳排放行列；天津、内蒙古、江西、甘肃、宁夏、浙江等 12 个省（区）则继续保持在轻碳排放队伍中（见图 4 和表 1）。

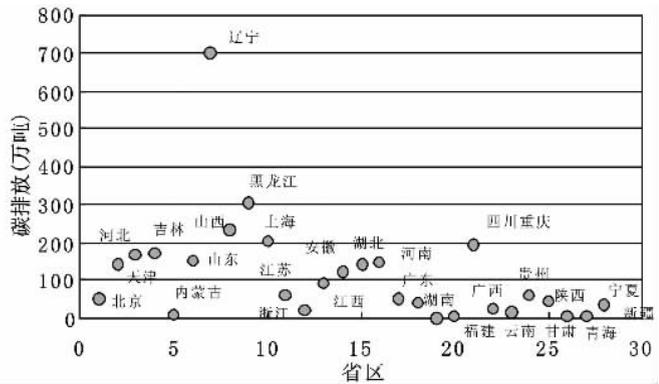


图 3 中国大陆省区碳排放格局（1952 年）

Fig. 3 The regional changing pattern of CO₂ emissions in China (at provincial level, 1952)

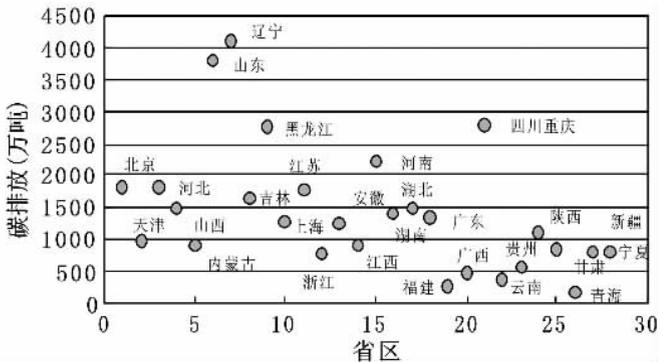


图 4 中国大陆省区碳排放格局（1980 年）

Fig. 4 The regional changing pattern of CO₂ emission in China (at provincial level, 1980)

表 1 中国大陆省级碳排放分类 (1980 年, 单位: 万吨)

Tab. 1 A classification of CO₂ emissions in China (at provincial level, 1980, Mt)

分类	省区	数量
超重型 (>5000)		0
重型	I (4999~4000)	辽宁 (4087)
	II (3999~3000)	山东 (3782)
一般	I (2999~2000)	四川、重庆 (2800)、黑龙江 (2760)、河南 (2229)
	II (1999~1000)	陕西 (1905)、河北 (1826)、北京 (1807)、江苏 (1775)、吉林 (1633)、山西 (1471)、湖南 (1470)、广东 (1333)、上海 (1278)、湖北 (1246)、安徽 (1244)
轻型 (≤999)	天津 (969)、内蒙古 (916)、江西 (903)、甘肃 (836)、宁夏 (797)、浙江 (784)、新疆 (793)、云南 (560)、广西 (484)、贵州 (356)、福建 (274)、青海 (176)	12

注: 1. 西藏因缺资料, 无法进行分类。2. 考虑到碳排放变化过程, 重庆市并入四川省。

第三, 快速演进阶段 (1981~2000 年)。改革开放以来, 在经济快速发展和一次能源消费增长的带动下, 各省区的碳排放增量也呈现明显加快。其结果, 省(区、市)级碳排放空间格局演进明显加快, 类型发育趋于成熟。与 1980 年相比, 2000 年, 超重型碳排放的省区数量增加了 2 个; 重型碳排放增加了 5 个; 一般碳排放类型增加了 4 个; 而轻型碳排放的省区则减少了 10 个 (见图 5 和表 2)。

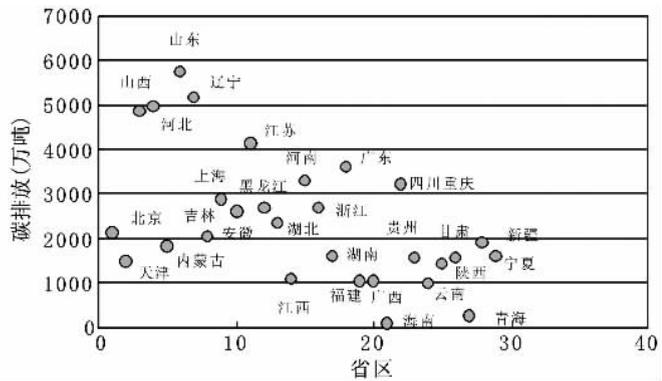


图 5 中国大陆省区碳排放格局 (2000 年)

Fig. 5 The regional changing pattern of CO₂ emissions in China (at provincial level, 2000)

表 2 中国大陆省级碳排放分类 (2000 年, 单位: 万吨)

Tab. 2 A classification of CO₂ emissions in China (at provincial level, 2000, Mt)

分类	省区	数量
超重型 (>5000)	山东 (5731)、辽宁 (5157)	2
重型	I (4999~4000)	河北 (4865)、山西 (4960)、江苏 (4147)
	II (3999~3000)	广东 (3599)、河南 (3313)、四川、重庆 (3232)
一般	I (2999~2000)	黑龙江 (2862)、浙江 (2679)、湖北 (2675)、上海 (2628)、安徽 (2327)、北京 (2139)、吉林 (2048)
	II (1999~1000)	宁夏 (1910)、内蒙 (1807)、新疆 (1630)、湖南 (1590)、贵州 (1584)、甘肃 (1572)、天津 (1469)、陕西 (1431)、江西 (1082)、广西 (1061)、福建 (1036)、云南 (1016)
轻型 (≤999)	青海 (262)、海南 (78)	2

注: 1. 西藏因缺资料, 无法进行分类。2. 考虑到碳排放变化过程, 重庆市并入四川省。3. 新增海南省。

4 成因分析

4.1 基本模型

为准确分析碳排放空间格局变化的成因, 我们建立了两个基本评价模型。

4.1.1 产业—能源关联模型 这一模型的建立是为了充分把握产业发展与能源消费两者的相关作用，其模型的数学表达式为：

$$EEI = EU/ESD \quad (1)$$

式中， EU 为地区一次能源消费； ESD 为地区产业结构多元化演进程度。 ESD 的计算公式为：

$$ESD = \sum (P/P, S/P, T/P) \quad (1 \rightarrow \infty)$$

式中， P 为第一产业产出， S 为第二产业产出， T 为第三产业产出。产业结构多元化的值域可以从 1 到无穷大。

4.1.2 能源—碳排放关联模型 这一模型的功能在于揭示区域一次能源消费与碳排放两者相互作用，其模型的数学表达式为：

$$CEEI = COE/EUSD \quad (2)$$

式中， COE 为地区年碳排放总量； $EUSD$ 为地区一次能源消费结构变化状态。 $EUSD$ 的计算公式为：

$$EUSD = \sum (C/C, O/C, G/C, H/C) \quad (1 \rightarrow \infty)$$

其中， C 为煤炭消费， O 为石油消费， G 为天然气消费， H 为水力、核能及太阳能等电力消费。

4.2 分析结果

4.2.1 产业结构演进与能源消费 分析表明，长期以来，无论是区级还是省（区、市）级，产业结构演进与一次能源消费增长均保持着一种相同的基本特征，主要表现是：

一、高相关性。这里是指地区产业结构演进速率与一次能源消费增长保持长期紧密的关系。例如，1952~2000 年期间，以东、中、西划分的区级产业—能源关联相关系数 (R^2) 超过了 0.97（见图 6）；与此同时，大陆 28 个省级单位（四川与重庆合为一个省级

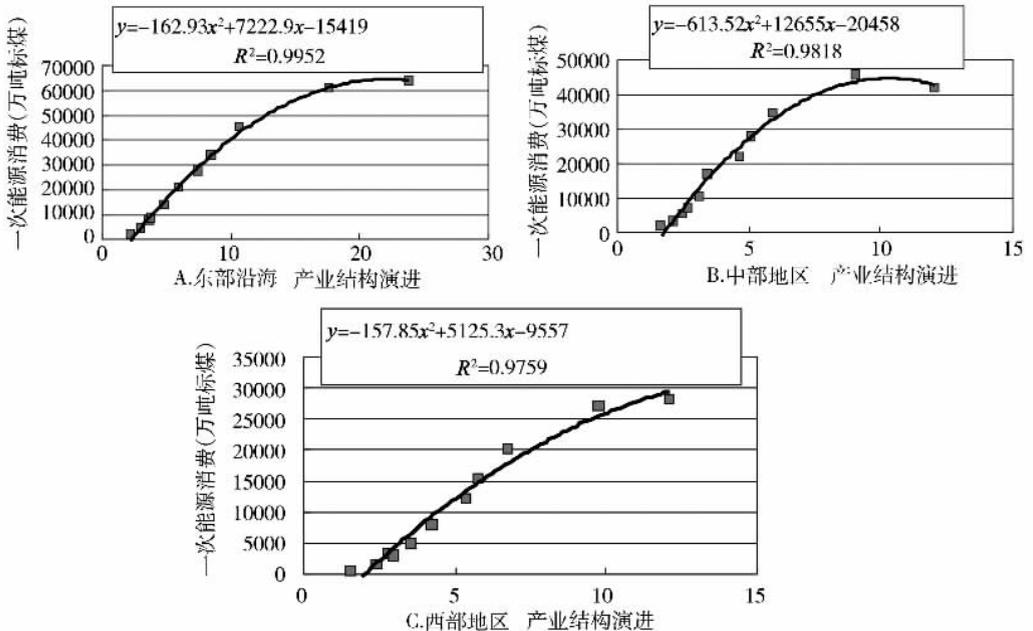


图 6 中国区级产业—能源关联特征变化（1952~2000 年）

单位, 西藏因缺资料无法计算) 的产业—能源关联相关系数均值也达到了 0.9455, 这种高相关性与上述空间组织 GDP 与一次能源消费的情况完全一致 (见表 3)。

表 3 中国碳排放省级产业—能源关联模型分析 (1952~2000 年)

Tab. 3 Changing patterns of economic structure and energy use in China (at provincial level, 1952~2000)

序号	地区	Y=	R ²	序号	地区	Y=	R ²
1	北京	-7.3764x ² + 417.91x - 1985.1	0.7409	16	湖北	-38.044x ² + 1048x - 1524.5	0.9891
2	天津	-1.4425x ² + 144.38x - 775.1	0.9427	17	湖南	-108.48x ² + 1811.9x - 2998.8	0.9552
3	河北	-26.668x ² + 1051.6x - 1595.5	0.9693	18	广东	-9.4993x ² + 540.79x - 931.73	0.981
4	山西	-12.072x ² + 799.72x - 1938.1	0.8607	19	福建	-5.1724x ² + 269.06x - 520.49	0.9887
5	内蒙古	-62.206x ² + 1341.7x - 2079.3	0.8041	20	广西	11.724x ² + 300.26x - 616.44	0.9825
6	山东	-119.17x ² + 2794.4x - 4856.4	0.9582	21	海南	-431.01x ² + 2353.1x - 3043.2	0.7349
7	辽宁	-8.3025x ² + 576.29x - 312.15	0.9369	22	四川重庆	-44.293x ² + 1364.9x - 3061.6	0.8989
8	吉林	-10.796x ² + 473.1x - 401.96	0.9791	23	贵州	9.837x ² + 253.79x - 384.14	0.9629
9	黑龙江	-122.43x ² + 2176.5x - 3650.7	0.9632	24	云南	-20.331x ² + 732.74x - 1037.4	0.9741
10	上海	-0.0375x ² + 26.874x - 43.771	0.9878	25	陕西	-26.179x ² + 630.72x - 993.97	0.9776
11	江苏	-18.493x ² + 831.83x - 1442.2	0.9947	26	甘肃	-42.432x ² + 924.75x - 1462.8	0.9087
12	浙江	-11.019x ² + 497.38x - 628.27	0.9904	27	青海	0.5593x ² + 116.15x - 161.47	0.958
13	安徽	-120.25x ² + 1730.7x - 2031	0.9645	28	宁夏	9.6096x ² + 443.87x - 684.98	0.9643
14	江西	-36.454x ² + 687.46x - 785.45	0.9913	29	新疆	-2.1668x ² + 1081.8x - 1693.7	0.9715
15	河南	-86.23x ² + 1730.6x - 2579.7	0.8781				

二、消长异步。这里是指地区产业结构多元化程度越高, 一次能源消费增长速率则越低的异步特征。例如, 1991~2000 年期间, 东、中、西部地区的产业结构多元化系数分别提高了 36%、33% 和 24%, 而这些地区同期的一次能源消费只增长了 4.8%、-8.6% 和 4.6%。几乎是相同的, 在省(区、市)级空间组织状态中, 除了宁夏和海南经济基础相对薄弱的地区外, 其他 26 个省级单位则都保持着产业结构多元化的程度越高, 地区一次能源消费增速也就越缓的局面。

上述基本特征表明, 产业结构演进是决定一次能源消费增速变化的一个关键因素所在, 同时也是决定地区碳排放增量变化的一个关键所在。

4.2.2 碳排放与能源消费结构变化 与产业—能源关联的特征相比, 能源—碳排放关联的最大特征在于其相关性要低了许多。

1952~2000 年期间, 以东中西部划分的区级能源—碳排放关联相关系数大体保持在 0.51~0.77 之间 (见图 7), 均值水平仅为 0.65, 较区级产业—能源的相关系数低了近 33 个百分点; 省级能源—碳排放的相关分异特征更为明显, 从最高的河北 ($R^2=0.9367$) 到最低的甘肃 ($R^2=0.1464$) 差达数倍 (见表 4)。在分析的 29 个省级对象中, 能源—碳排放的相关系数均值为 0.674, 仅相当于产业—能源关联的 71%。此种情况与上述地区一次能源消费与碳排放的高相关特征相距甚大。显然, 这是受国家长期以煤为主能源供应政策影响的一种必然结果。

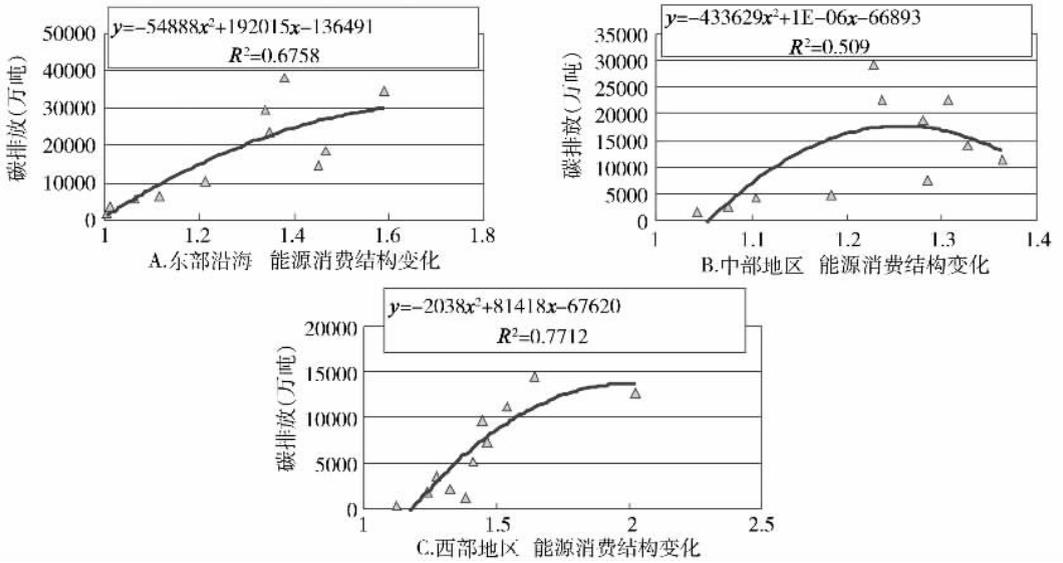


图 7 中国区级能源—碳排放关联特征变化 (1952~2000 年)

Fig. 7 Changing patterns of energy use and CO₂ emissions in China (at the three-belts level, 1952~2000)

表 4 中国碳排放省级能源—碳排放关联模型分析 (1952~2000 年)

Tab. 4 Changing patterns of energy use and CO₂ emission in China (at provincial level, 1952~2000)

序号	地区	Y=	R ²	序号	地区	Y=	R ²
1	北京	$-3499x^2 + 11590x - 7776.4$	0.799	16	湖北	$5634.2x^2 - 10136x + 4721.3$	0.774
2	天津	$-2675.5x^2 + 8695.3x - 5739.8$	0.8832	17	湖南	$-13166x^2 + 38149x - 25144$	0.7955
3	河北	$-222061x^2 + 506120x - 283195$	0.9367	18	广东	$-3044.1x^2 + 11871x - 9393.8$	0.6187
4	山西	$-2E+08x^2 + 3E+08x - 2E+08$	0.4541	19	福建	$-1821.7x^2 + 6467.3x - 4716.3$	0.9295
5	内蒙古	$-896457x^2 + 2E+06x - 973804$	0.455	20	广西	$67.408x^2 + 1421.9x - 1489.9$	0.8793
6	山东	$-29784x^2 + 85313x - 55523$	0.7482	21	海南	$-392.46x^2 + 1042.5x - 620.96$	0.282
7	辽宁	$-6626.4x^2 + 24226x - 16164$	0.667	22	四川重庆	$-12845x^2 + 40240x - 27860$	0.6432
8	吉林	$-13206x^2 + 38046x - 25571$	0.319	23	贵州	$-1867.8x^2 + 7937.9x - 6084.8$	0.9251
9	黑龙江	$-7110.2x^2 + 23343x - 16102$	0.6627	24	云南	$-1429x^2 + 5553.3x - 4191.9$	0.9074
10	上海	$1556.3x^2 - 1664.5x + 498.43$	0.8362	25	陕西	$-23409x^2 + 62984x - 39261$	0.6223
11	江苏	$-26371x^2 + 71288x - 44905$	0.6027	26	甘肃	$-123.26x^2 + 306.48x + 757.4$	0.1464
12	浙江	$-5178.1x^2 + 17452x - 13142$	0.4367	27	青海	$-43.505x^2 + 302.87x - 235.78$	0.674
13	安徽	$-18401x^2 + 51072x - 32543$	0.8562	28	宁夏	$18.788x^2 + 103.87x - 99.542$	0.9433
14	江西	$-11442x^2 + 30175x - 18498$	0.8645	29	新疆	$-8077.8x^2 + 25457x - 19038$	0.2142
15	河南	$-14885x^2 + 40613x - 25459$	0.222				

与产业-能源关联模型相同，能源消费结构的变化与碳排放的增长也存在着明显的异步特征。换言之，地区能源消费结构变化的程度越快，碳排放总量增长的速率则越低。例如 1975~2000 年山东、河北和山西三省的一次能源消费结构变化系数分别增长了

22.4%、17.6%和 0.5%，相应地，同期三省的碳排放总量则分别增长 162%、183%和 425%。

5 结论及建议

尽管世界上对碳排放与经济发展问题的研究已经开展了相当长的时间。然而时至今日，这类研究的主体依然保持在国家层次的研究范畴内。考虑到研究的深入以及国家未来碳减排和政策具有更为明确的目标和时效性，本文试图从国家空间格局变化的角度探讨碳排放与经济发展两者相互作用和影响的基本规律。

分析结果表明，中国碳排放空间格局的变化特征明显：

第一，产业结构对一次能源消费的影响主要通过自身演进速率的快慢来实现。区级和省（区、市）级产业—能源关联模型的分析表明，地区产业结构多元化程度越是走向成熟，其一次能源消费的增速也就越是减缓，出于研究的需要，本文建立了产业—能源关联和能源—碳排放关联两个基本评价模型；

第二，与产业—能源关联的情况相比，中国地区的能源—碳排放相关程度要低了许多。在国家以煤为主的能源供应政策下，进展迟缓的一次能源消费结构变化是造成地区碳排放增长无法实现大幅下降的一个关键因素所在；

第三，与产业—能源关联模型相同的是，能源消费结构的变化与碳排放的增长也存在着明显的消长异步特征。因此，要控制地区碳排放的增长，一个重要的措施就是加快当地一次能源消费结构的变化速率。

有鉴于此，未来国家碳排放增长控制的政策似应考虑：

一、积极引导第三产业的发展，加快产业结构的演进速率，以逐步减缓地区一次能源消费总量的增长；

二、在未来的 20~30 年内，应更坚定地推行现代能源矿种的资源国际化进程，最大限度地改善各地区、特别是东部沿海地区的一次能源供应结构，以此实现对地区碳排放增长的有效控制；

三、从现在起，逐步加大对非常规一次能源开发利用的研发力度，以便为更远未来的地区可持续能源供应保障及其结构改善奠定一个坚实的基础。

参考文献：

- [1] 世界资源研究所,联合国环境规划署,联合国开发计划署,世界银行编. 世界资源报告 1998~1999. 北京:中国环境科学出版社,1999.
- [2] Houghton J T, *et al.* (eds.). *Climate Change 1995: The Science of Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, U. K.
- [3] International Energy Agency. *World Energy Outlook 1996*. Organization for Economic Cooperation and Development, Paris, 1996.
- [4] Marjolein B A, Rotmans J. Uncertainty in perspective. *Global Environmental Changes*, 1998, 6(2):121~157.
- [5] 王凯雄,姚铭,许利君. 全球变化研究热点——碳循环. *浙江大学学报(农业与生命科学版)*, 2001, 27(5):473~478.
- [6] Siddigi T A. 亚洲化石燃料利用所产生的 CO₂ 排放. *AMBIO(中文版)*, 1996, 25(4):228~231.
- [7] 中国气候变化国别研究组. *中国气候变化国别研究*. 北京:清华大学出版社, 2000.

- [8] Zhong-xiang Zhang. The Economics of Energy Policy in China: Implications for Global Climate Change. Cheltenham. UK: Edward Elgar. 1998. 279.
- [9] Jonathan E Sinton. What goes up: recent trends in China's energy consumption. *Energy Policy*. 2000, 28 (10): 671~687.
- [10] Streets D G, Ke-jun Jiang, Xiulian Hu, *et al.* Recent reductions in China's greenhouse gas emissions, *Science*, 2001, 30: 1835~1837.
- [11] US Embassy in China. 2001. The Controversy over China's Reported Falling Energy Use. *Washington Post*. 14 August .
- [12] Siddigi T A. 亚洲化石燃料利用所产生的 CO₂ 排放. *AMBIO(中文版)*, 1996, 25(4): 228~231.
- [13] Streets D G, Ke-jun Jiang, Xiulian Hu, *et al.* Recent Reductions in China's Greenhouse Gas Emissions. *Science*, November, 2001, 30: 1835~1837.
- [14] 张雷. 经济发展对碳排放的影响. *地理学报*, 2003, 58(4): 629~637.
- [15] Nakicenovic N, *et al.* Emissions Scenarios: A Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Cambridge: Cambridge University Press, 2000. 559.

A changing pattern of regional CO₂ emissions in China

ZHANG Lei

(Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China)

Abstract: Greenhouse-gas (GHG) emissions in China have aroused much interest, and not least in recent evidence of their reduction. Our intent is to place that regional pattern of CO₂ emissions and its change in context. A lengthy time perspective is combined with a cross-provincial approach and addressed through two general models, namely the industrial-energy interconnection model and the energy-CO₂ emissions interconnection model. The findings are salutary. First, they suggest that a diversified economic structure is the determined factor in not only the regional economic development but also the changing pattern of regional CO₂ emissions. For instance, the numbers of over-heavy CO₂ emissions at provincial level increased from none to two during the period between 1980 and 2000 as the local economic development dominated by industrial processes in the coastal zones gone rapidly. Secondly, they imply that the more diversified economic structure a region is, the slower increasing in energy use it has. The total energy consumption of East China between 1990 and 2000, for example, had 4% increase, when its ESD values rose from 10.5 to 23, or achieving 36% increase. Finally, together, the findings argued that the stiff structural change of energy use in China makes it very difficult for any region to reduce its CO₂ emissions. It implies that China could have a long way to go in the reduction of its CO₂ emissions if the country still resists in the traditional energy consumption pattern.

Key words: CO₂ emissions; energy use; economic structural change; regional changing pattern