

Energy Demand Outlook and Scenario Analysis of Carbon Dioxide Emission of China

Juan Wang, Haizhen Yang, Zhibo Lu

College of Environmental Science and Engineering, Tongji University, State Key Laboratory of Pollution Control and Resource Reuse
Tongji University, Shanghai China
Email: wangjuan@tongji.edu.cn

Abstract: Continually rapid economic growth and huge population cause a substantial increasing of energy demand in China, coal-dominated energy structure also make China the world's second largest country following the United States according to the total quantity of carbon dioxide emissions. Based on the economic growth forecasted by the U.S. Energy Information Administration and the population projection made by the United Nations, the outlook of primary energy demand in China is forecasted. Furthermore, high, medium and low scenarios of carbon dioxide emissions are designed to forecast carbon dioxide emissions in China. Finally the forecasting result is compared with the similar prediction made by other research institutions, which provides basis for the further study on CO₂ emission reduction measure in China.

Keywords: Energy; Carbon dioxide emission; Scenario analysis; Forecast

中国能源需求展望及二氧化碳排放情景分析

王娟, 杨海真, 陆志波

同济大学环境科学与工程学院, 同济大学污染控制与资源化研究国家重点实验室 上海 中国
Email:wangjuan@tongji.edu.cn

摘要: 经济的持续快速增长与巨大的人口基数使中国对能源的需求大量增加, 且以煤为主的能源结构使得中国成为仅次于美国的全球 CO₂ 排放总量第二大国。基于美国能源信息署的经济增长预测及联合国人口机构的人口预测, 对中国未来的一次能源需求进行了展望。在此基础上, 设计了高、中、低三个排放情景对中国未来与能源有关的 CO₂ 排放进行预测, 并与国内外权威机构所做的同类预测进行了比较及分析, 为中国进一步探索未来 CO₂ 减排措施提供依据。

关键词: 能源; 二氧化碳排放; 情景分析; 预测

1 引言

自工业革命以来, 经济发展一直伴随着不断增长的化石燃料消费, 由此排放的二氧化碳 (CO₂) 已经成为最大的温室气体来源。根据政府间气候变化专门委员会 (IPCC) 第四次评估报告“气候变化 2007”, 近 50 年 (1956-2005 年) 全球气候的线性变暖趋势 (每十年 0.13°C [0.10°C 至 0.16°C]) 几乎是近 100 年 (1906-2005 年) 的两倍。自 20 世纪中叶以来, 大部分已观测到的全球平均温度的升高很可能是由于人为温室气体 (CO₂, CH₄, N₂O, CFC_s 等) 浓度增加所导致, 其中 CO₂ 是最重要的人为温室气体, 主要来源于化石燃料的使用^[1]。

由于人口众多, 经济持续快速增长, 中国对能源的需求正在不断增加。由于特殊的资源条件, 以煤为主的

能源结构在未来相当长时期内难以改变。而化石燃料是温室气体排放的主要来源, 这已经使中国成为仅次于美国的全球二氧化碳排放第二大国, 对全球气候变化起着举足轻重的作用。尽管中国二氧化碳的排放量占全球排放总量的比例相当大, 但人均排放量很低, 2005 年中国人均排放量仅为美国的 20%, 且低于世界平均水平。从排放强度来看, 虽然近年来呈逐年下降趋势, 但由于技术和设备相对陈旧、落后, 能源消费强度大, 二氧化碳排放强度的绝对水平仍明显高于发达国家和世界平均水平。

可以预见, 作为全球经济发展最快速的国家之一, 中国未来的能源需求及由此引起的二氧化碳排放对于全球气候变化将会产生重大影响。

2 中国二氧化碳排放现状分析

根据 2007 年世界银行年度报告《绿色数据小手册》发布的数据,在发展中国家中,中国和印度为主要排放国。1990 年至 2003 年间,中国二氧化碳排放量增加了 17 亿吨,增幅超过 73%;同期印度增加了 7 亿吨,增幅超过 88%^[2]。

图 1 列出了 2005 年全球二氧化碳排放前五名的国家人均二氧化碳排放强度,2007 年全球二氧化碳排放总量前五位的国家及其占全球比例。

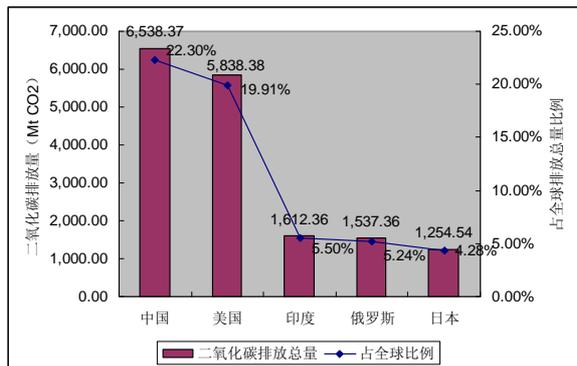


图1 全球主要二氧化碳排放国二氧化碳排放量比较
Fig.1 CO₂ emission of the global principal emission countries

2007年中国二氧化碳排放强度约2.31kgCO₂/美元(以2000年美元价计),是日本平均水平的9.6倍,世界平均水平3.2倍,OECD国家平均水平的5.4倍(表1)^{[3][4]}。

表1 中国及世界其他国家及地区二氧化碳排放强度对比
Tab. 1 CO₂ emission intensity of China and other countries and regions

国家/地区	单位: kg CO ₂ /美元 (2000年美元价)							降低幅度 (%)
	1995	2000	2003	2004	2005	2006	2007	
中国	3.61	2.44	2.43	2.5	2.43	2.44	2.31	36.0
美国	0.66	0.59	0.55	0.54	0.53	0.51	0.5	24.2
日本	0.24	0.26	0.25	0.25	0.24	0.24	0.24	0.0
德国	0.51	0.45	0.45	0.43	0.41	0.41	0.39	23.5
OECD	—	—	0.48	0.47	0.45	0.44	0.43	10.4
亚洲	—	—	1.38	1.37	1.31	1.27	1.26	8.7
世界平均	0.81	0.75	0.75	0.76	0.75	0.74	0.73	9.9

尽管中国二氧化碳排放强度的绝对水平仍明显高于发达国家和世界平均水平,但在近十几年经济社会发展稳步发展的同时,中国的二氧化碳排放强度总体呈下降趋势。根据国际能源机构的统计数据,

1995年中国单位GDP化石燃料燃烧二氧化碳排放强度为3.61kgCO₂/美元(2000年价),2007年下降为2.31kgCO₂/美元,期间下降了36%,而同期美国下降幅度为24.2%,亚洲平均下降幅度仅为8.7%,世界平均水平下降幅度为9.9%。

3 2025 年中国能源需求展望

3.1 能源需求与经济发展密切相关

能源作为物质再生产的基本要素,是推动社会经济发展的重要动力。人类生活的各种需求的满足归根结底都要依赖于能源而进行再生产,最终得到需要的各种产品。所以能源消费水平与经济发展水平之间存在密切的关系。图 2 列出了 2007 年世界各国的人均一次能源消费水平与其对应的人均 GDP 水平,并进行了相关分析。相关分析表明,人均 GDP 与人均一次能源消费之间存在明显的正相关关系。一般来说,每一个国家的人均能源消费水平在经济发展到一定水平后最终都会维持在一定的水平,从较长时间来看,人均一次能源消费会随着经济发展水平的迅速增长经历快速增长后期后进入平稳增长期。

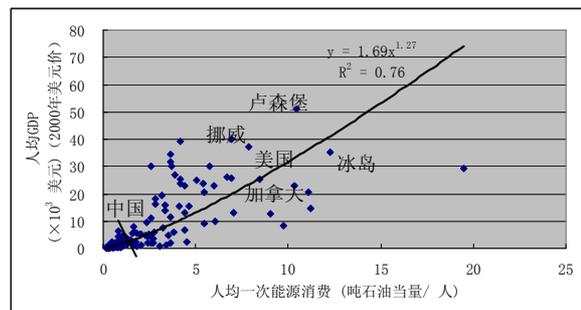


图2 人均GDP与人均一次能源消费的相关性分析^[4]
Fig.2 Correlation analysis of GDP per capita and primary energy consumption per capita^[4]

3.2 中国能源需求展望

除了经济增长因素,人口增长也是能源需求的重要驱动力之一。据联合国人口机构预测,2025 年中国人口将由 2005 年的 13.2 亿增长到 14.5 亿。虽然在此期间,中国人口占世界总人口的比例将由 20.3% 逐渐下降至 18.2% (表 2)^[5],但是不可否认,巨大的人口基数仍将使中国在国际能源需求市场上发挥举足轻重的作用。

表2 中国和全球人口历史及展望(1950-2025)

Tab. 2 History and projection of global population (1950-2025) (单位: 亿)

年份	世界	中国	比例 (%)
1950	25.35	5.57	22.0
1960	30.32	6.61	21.8
1970	36.99	8.35	22.6
1980	44.51	10.04	22.6
1990	52.95	11.55	21.8
2000	61.24	12.77	20.9
2005	65.15	13.21	20.3
2010	69.07	13.59	19.7
2015	72.95	13.97	19.1
2020	76.67	14.30	18.6
2025	80.11	14.55	18.2

正如前面所述, 人均一次能源消费与表征经济增长水平的人均 GDP 之间存在明显的正相关关系, 两者之间的拟合方程为: $G_p=1.69E_p^{1.27}$, 其中 G_p 为人均 GDP, E_p 为人均一次能源消费水平。因此, 一个地区能源需求的前景与其未来经济增长的水平是紧密相关的。根据美国能源信息署 (Energy Information Administration) 发布的 2007 国际能源展望报告 (IEO2007) 中提出的中国 GDP 年增长率预测 (表 3) [6] 以及联合国人口机构所作的人口预测, 我们可以得到未来中国的人均 GDP 水平预测。依据前面提出的人均一次能源消费与人均 GDP 之间的拟合方程, 可以推断未来中国的人均一次能源消费水平, 从而得到中国一次能源总需求的前景及相应的能源消费强度 (表 4)。

表3 中国GDP年增长率历史水平及预测

Tab. 3 History and projection of GDP annual growth rate in China

历史水平		预测水平			单位: %
1980-2005	2006	2007	2007-2015	2015-2030	平均
9.8	10.5	9.5	7.2	5.4	6.5

表4 中国一次能源需求预测

Tab. 4 Projection of primary energy demand in China

年份	GDP (十亿\$)	人口 (十亿)	人均GDP (\$)	人均一次能源消费 (toe)	一次能源消费总量 (Gtoe)	一次能源消费强度 (toe/10 ³ \$ GDP)
2015	4427	1.40	3170	1.56	2.2	0.50
2020	5759	1.43	4028	1.80	2.6	0.45
2025	7491	1.45	5150	2.08	3.0	0.40

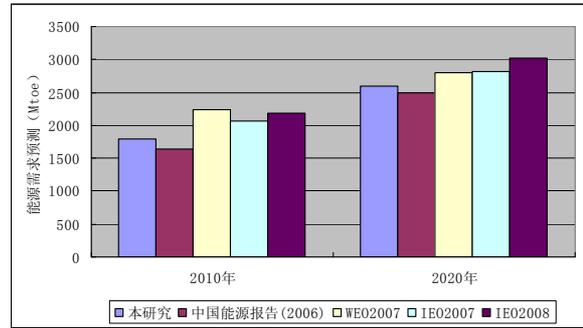


图3 本研究预测结果与其他机构预测结果对比

Fig.3 Comparison of projections in this study and other institutions

图3对本研究的预测结果与其他机构的预测结果进行了比较, 在此分别选取了中国能源报告 (2006) 战略与政策研究 [7]、国际能源署 (International Energy Agency) 发布的 2007 年世界能源展望 (WEO2007) [8]、美国能源信息署 (Energy Information Administration) 发布的 2007 国际能源展望报告 (IEO2007) [6] 及 2008 国际能源展望报告 (IEO2008) [9] 中提出的在参考情景或基准情景下的中国一次能源需求预测结果进行对比。可以看出, 除了中国能源报告 (2006) 中对未来中国能源需求的预测结果略低于本研究预测结果外, 其他机构预测结果均略高于本研究预测结果。其中中国能源报告 (2006) 战略与政策研究对中国能源需求基准情景的情景描述强调了假设未来中国经济在保持过去增长绩效的前提下技术进步达到了预定的节能规划目标, 在相似的基准或参考情景设定下可实现相对较低的能源需求。在 2007 年世界能源展望 (WEO2007)、2007 国际能源展望报告 (IEO2007) 及 2008 国际能源展望报告 (IEO2008) 中对参考情景的描述强调现行的相关法律和政策在预测期内保持不变, 各国政府不再采取进一步的行动来改变基本能源趋势, 故该类情景设定特征下会得出相对偏高的能源需求预测结果。

根据笔者的预测 [10][11], 2025 年世界一次能源总需求约为 18.1Gtoe, 其中发达国家为 8.0Gtoe, 发展中国家为 10.1Gtoe。可以看出, 中国的一次能源需求将占全球能源需求总量的很大份额 (2025 年约占全球一次能源需求总量的 16.6%)。

4 未来与能源有关的二氧化碳排放情景分析

4.1 二氧化碳排放因素影响分析

以煤为主的能源结构决定了未来一定时期内

中国CO₂排放量不可避免的显著增长。除了能源消费结构，二氧化碳排放还与其他几个因素有关。首先是产业结构，显然产业结构的变化是影响一次能源需求的重要因素，从而进一步影响二氧化碳的排放。根据韦保仁^[12]的研究，产业结构与城市化水平之间具有非常显著的相关性，随着城市化的进步，第一产业的比例逐渐缩小，而第三产业的比例逐渐增大，产业结构的变化对于一次能源的需求也将产生相应的变化。其次是工业部门的能源效率，先进生产技术的缺乏与大量落后生产技术与设备的并存使中国的能源效率远远低于国际先进水平，导致了化石燃料的巨大消耗及二氧化碳的大量排放。为进一步分析影响二氧化碳排放的有关因素，综合上述影响因素，我们提取了一次能源消费强度、煤炭消费占一次能源消费总量的比例、CO₂排放强度、人均GDP、城市化水平5个指标，利用全球50多个国家在1980年、1985年、1990年、1995年、2000年、2005年的各指标数据进行皮尔逊相关分析，得到表5中的相关矩阵。相关分析表明CO₂排放强度与一次能源消费强度之间存在非常显著的相关关系。

表5 皮尔逊相关关系矩阵

Tab. 5 Pearson correlation matrices

	一次能源消费强度	煤炭消费比例	CO ₂ 排放强度	人均GDP	城市化水平
一次能源消费强度	1	.228(**)	.982(**)	-.388(**)	-.204(**)
煤炭消费比例	.228(**)	1	.349(**)	-.148(*)	-.119
CO ₂ 排放强度	.982(**)	.349(**)	1	-.423(**)	-.268(**)
人均GDP	-.388(**)	-.148(*)	-.423(**)	1	.500(**)
城市化水平	-.204(**)	-.119	-.268(**)	.500(**)	1

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).
按双侧检验，检验水准0.01，该相关系数具有统计学意义
* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).
按双侧检验，检验水准0.05，该相关系数具有统计学意义
Listwise N=263 配对样本数N=263

4.2 二氧化碳排放情景设计

根据前面的分析，对于中国未来二氧化碳排放前景，我们分别设计了高排放、中排放和低排放 3 个情景进行预测分析。

高排放情景：假定在上述所作的中国未来一次能源需求预测前提下，中国的一次能源消费结构在近 20 年内仍停留在目前的水平，不会有明显变化。

中排放情景：一个比较乐观的能源发展情景，以国家能源“十一五”规划及可再生能源中长期规划为依据，假定政府设定的规划目标能够基本实现。

低排放情景：一个理想的能源发展情景，假定中国可以充分引进国外的先进生产技术和设备，提高能源效率水平，降低二氧化碳排放强度，在相似的能源消费结构的前提下接近发达国家的发展模式。

(1) 高排放情景

在高排放情景下我们假设 2025 年之前中国的一次能源消费结构较目前基本不变，并以 2000 年到 2005 年中国能源消费结构的平均水平作为未来的能源消费结构水平（表 6）^[13]。根据表 4 中的一次能源需求前景预测，得出未来中国各种类型的一次能源需求量（表 7）。然后参考不同能源类型的 CO₂ 排放系数（表 8）^[14]，最终得到高排放情景下未来中国的 CO₂ 排放量（表 9）。

表6 中国一次能源消费结构历史（2000—2005）

Tab. 6 History of primary energy consumption structure in China (2000-2005)

年份	石油	天然气	煤炭	核电	水电及其他可再生能源
2000	23.1	2.2	69.0	0.4	5.3
2001	22.8	2.4	68.1	0.4	6.3
2002	23.4	2.4	67.5	0.5	6.2
2003	22.1	2.4	69.4	0.8	5.3
2004	22.4	2.5	68.7	0.8	5.6
2005	20.9	2.6	69.9	0.8	5.8
平均	22.5	2.4	68.8	0.6	5.7

单位：%

表7 高排放情景下中国未来一次能源消费结构

Tab. 7 Primary energy consumption structure of China in high-emission scenario

年份	一次能源消费总量	石油	天然气	煤炭	核电	水电及其他可再生能源
2015	2200	495	52.8	1514	13.2	125
2020	2600	585	62.4	1789	15.6	148
2025	3000	675	72.0	2064	18.0	171

单位：Mtoe

表8 不同化石能源类型的CO₂排放系数

Tab. 8 CO₂ emission coefficient of different type of fossil energy

单位：t 碳/吨标煤

能源类型	煤炭	石油	天然气
排放系数	0.76	0.59	0.45

表9 高排放情景下中国CO₂排放量

Tab. 9 CO₂ emission of China in high-emission scenario

年份	一次能源消费总量 (Mtoe)	CO ₂ 排放量(MtCO ₂)
2015	2800	7687

2020	2600	9085
2025	3000	10483

(2) 中排放情景

中排放情景下我们以国家能源“十一五”规划及可再生能源中长期规划为依据，假设规划中设定的具体目标基本能够按期实现。在国家能源“十一五”规划发展目标中提出的各类能源消费比例为“2010年煤炭、石油、天然气、核电、水电、其他可再生能源分别占一次能源消费总量的 66.1%、20.5%、5.3%、0.9%、6.8%和 0.4%”。其中水电及其他可再生能源的比例为 7.2%，在国家可再生能源中长期发展规划中提出的发展目标为“力争到 2010 年使可再生能源消费量达到能源消费总量的 10%，到 2020 年达到 15%”。据此，我们假定 2015 年水电及其他可再生能源在一次能源消费中的比例为 10%，2020 年为 12%，2025 年为 15%。

与此同时，中国政府还提出了“逐步降低煤炭消费比例，加速发展天然气，积极发展水电、核电和可再生能源的利用”的能源结构优化战略^[15]。就国家天然气发展总体规划看，无论是下游的市场空间还是上游的资源储备，天然气在中国都具备大发展的条件。预计未来 15 年中国天然气需求呈爆炸式增长，2020 年天然气占中国一次能源消费总量的比例将由 2010 年的 5.3% 增至 9.8%^[15]，平均每 5 年增长约 2 个百分点，据此假设 2015 年和 2025 年天然气占一次能源消费总量的比例分别为 7.5% 和 11%。

此外，假定在此期间，石油和核电占一次能源消费总量的比例基本不变，煤炭所占比例持续下降，可以得出在中排放情景下各类能源消费量（表 10）。最终，根据表 8 中提供的 CO₂ 排放系数，得到了中排放情景下的 CO₂ 排放量（表 11）。

表10 中排放情景下中国未来一次能源消费结构
Tab. 10 Primary energy consumption structure of China in medium-emission scenario

年份	一次能源消费总量	石油	天然气	煤炭	核电	水电及其他可再生能源
2015	2200	451	165	1344	20	220
2020	2600	533	255	1477	23	312
2025	3000	615	330	1578	27	450

表11 中排放情景下中国CO₂排放量

Tab.11 CO₂ emission of China in medium-emission scenario

年份	一次能源消费总量 (Mtoe)	CO ₂ 排放量(MtCO ₂)
2015	2800	7141
2020	2600	8136
2025	3000	8969

(3) 低排放情景

低排放情景假定中国在未来通过进一步优化能源结构，充分引进国外的先进生产技术和设备，可以有效降低二氧化碳排放强度，实现接近发达国家的发展模式。考虑到能源结构的相似性，选择澳大利亚的能源发展模式为参考模式，对低排放情景下中国的 CO₂ 排放进行预测。

澳大利亚是以煤炭为主要一次性能源的国家，储量极为丰富，是国际能源署成员国家中仅有的四个能源生产大于需求的国家之一。其煤炭在一次能源消费中的比例自 1980 年的 38% 增长至 2005 年的 44%，其中电力生产中的 80% 是煤电，所以澳大利亚政府对提高能效、减少温室气体排放极为关注，在节能管理方面有丰富的经验^[16]。

前面的相关分析表明 CO₂ 排放强度与一次能源消费强度之间存在显著的相关关系。图 4 对 1980—1995 年间澳大利亚的一次能源消费强度与 CO₂ 排放强度之间关系进行了拟合，拟合方程为 $y = 3.2365x - 0.1276$ 。假设这种能源消费发展模式是低排放情景下中国未来近 20 年的能源发展与 CO₂ 排放模式，根据表 4 中的中国经济及能源消费强度预测，得出低排放情景下中国的 CO₂ 排放（表 12）。

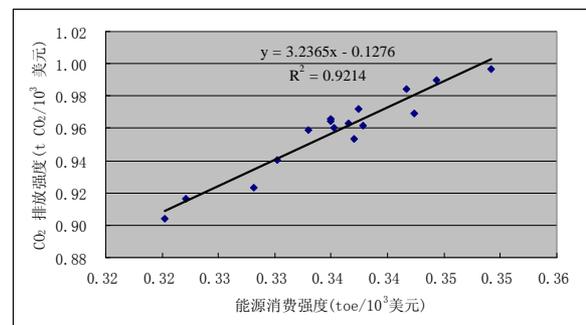


图4 澳大利亚能源消费与CO₂排放模式

Fig.4 Pattern of energy consumption and CO₂ emission in Australia

表12 低排放情景下中国CO₂排放量
Tab. 12 CO₂ emission of China in low-emission scenario

年份	一次能源消费强度 (toe/ 10 ³ \$ GDP)	GDP (十亿 \$)	CO ₂ 排放强度 (tCO ₂ /10 ³ \$GDP)	CO ₂ 排放 (MtCO ₂)
----	--	-------------	--	---

2015	0.5	4427	1.49	6599
2020	0.45	5759	1.33	7653
2025	0.4	7491	1.17	8742

4.3 预测结果及对比分析

表 13 及图 5 分别列出了高、中、低排放情景下中国未来 CO₂ 排放量汇总及预测曲线。

表13 高、中、低排放情景下中国未来CO₂排放量汇总

Tab. 13 Summary of CO₂ emission of China in high, medium and low emission scenario

low emission scenario			
年份	高排放		人均 CO ₂ 排放 (tCO ₂)
	CO ₂ 排放量 (MtCO ₂)	CO ₂ 排放量 (MtCO ₂)	
2015	7687		5.49
2020	9085		6.35
2025	10483		7.23
年份	中排放		人均 CO ₂ 排放 (tCO ₂)
	CO ₂ 排放量 (MtCO ₂)	CO ₂ 排放量 (MtCO ₂)	
2015	7141		5.10
2020	8136		5.69
2025	8969		6.19
年份	低排放		人均 CO ₂ 排放 (tCO ₂)
	CO ₂ 排放量 (MtCO ₂)	CO ₂ 排放量 (MtCO ₂)	
2015	6599		4.71
2020	7653		5.35
2025	8742		6.03

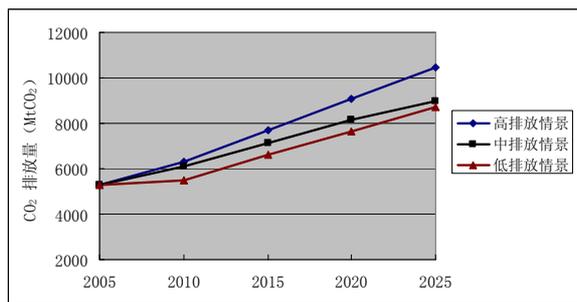


图5 高、中、低排放情景下中国CO₂排放量

Fig.5 CO₂ emission of China in high, medium and low emission scenario

考虑到中国由于巨大的能源消费所导致的二氧化碳排放在全球二氧化碳排放总量中所占的巨大份额，许多机构都对未来中国与能源有关的二氧化碳排放量进行了预测，二氧化碳排放量与一次能源的消费有密切的关系，与前面对中国能源需求进行预测的不同机构对应，仍旧选取中国能源报告（2006）战略与政策研究^[7]、国际能源署（International Energy Agency）发布的 2007 年世界能源展望（WEO2007）^[8]、美国能源信息署（Energy Information Administration）发布的 2007 国际能源展望报告（IEO2007）^[6]及 2008 国际能源展望报告

（IEO2008）^[9]中在不同情景下（表 14）对中国与能源有关的二氧化碳排放量预测结果进行对比（图 6）。

表 14 不同机构二氧化碳排放预测情景描述

Tab. 14 Description of forecast scenarios for CO₂ emission of different institutions

来源	情景描述
中国能源报告（2006）	经济高速增长（高） 假设经济和城市化率的增长速度都快于基准情景
	基准情景（中） 假设中国经济在未来直到 2020 年能够保持其过去的增长绩效，人均收入增长达到预定的小康社会目标，人口和城市化率实现中速增长；技术进步达到了预定的节能规划目标
	经济低增长加技术进步情景（低） 经济增长速度低于基准情景，城市化进程保持过去 20 年的发展速度，人口中速增长，技术进步达到了预定的节能规划目标
WEO 2007	参考情景（中） 化石燃料需求，贸易流量，以及温室气体排放仍旧沿着当前的发展道路向前推进，各国政府不再采取进一步的行动来改变基本能源趋势。
	经济高速增长（高） 假设经济增长与能源消费的关系模式与基准情景相同，经济增长速度高于基准情景增长速度 0.5 个百分点
IEO2007 /2008	基准情景（中） 预测期内现行相关法律和政策保持不变
	经济低速增长（低） 假设经济增长与能源消费的关系模式与基准情景相同，经济增长速度低于基准情景增长速度 0.5 个百分点

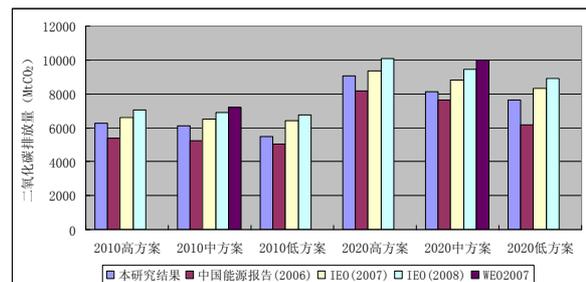


图 6 各研究机构二氧化碳排放量预测结果对比图

Fig.6 Comparison of the CO₂ emission by different institutions

根据前面的分析（图 3），中国能源报告（2006）关于中国能源需求的预测结果相对低于本研究的预测，在基于能源需求对二氧化碳排放进行预测时，同样得出相对偏低的预测结果。国际能源署在 WEO（2007）中基于 1990~2005 年间中国二氧化碳排放量的历史增长速度，提出了 2015 年之前 5.4% 的二氧化碳排放年均增长速度预测及 2005~2030 年间 3.3% 的二氧化碳排放年均增长速度预测。美国能源信息署在 IEO（2007）及 IEO（2008）中同样根据假定的二氧化碳年均增长速度来预测二氧化碳排放量。其中 IEO（2007）在基准情景下

2005~2030 年间二氧化碳排放年均增长速度预测为 3.4%，IEO (2008) 为 3.3%，同期世界平均增长水平分别为 1.8% 和 1.7%，而包括中国在内的非 OECD 国家平均增长水平分别为 2.6% 和 2.5%。相对本研究对二氧化碳排放的预测结果，WEO (2007)、IEO (2007) 及 IEO (2008) 的预测均略有增高。

表 15 与能源有关的二氧化碳排放年均增长率

Tab. 15 Average annual growth rate of CO₂ emission related with energy

年份	1990~2005 ^[3]	2005~2025		
		高	中	低
二氧化碳排放量	6.1%	3.5%	2.7%	2.5%
二氧化碳排放强度	-3.8%	-3.5%	-4.2%	-4.3%
人均二氧化碳排放	5.1%	2.9%	2.1%	2.0%

根据本研究预测，2005~2025 年间高、中、低三种排放情景下 CO₂ 排放的年均增长率分别为 3.5%、2.7% 和 2.5% (表 15)。CO₂ 排放强度虽仍高于发达国家水平，但较 2007 年排放强度水平分别下降了 36%、42% 和 49%。人均 CO₂ 排放的年平均增长速度为 2.0%~2.9%，低于 1990~2005 年间的历史平均增长速度 5.1%，且 2025 年人均 CO₂ 排放仍远远低于发达国家目前的水平。

5 结果讨论

(1) 作为全球二氧化碳排放第二大国，中国的能源消费对全球气候变化起着决定性的作用。尽管中国二氧化碳排放量占全球排放总量的比例相当大，但人均排放量很低，从排放强度看，中国明显高于发达国家和世界平均水平，但总体呈下降趋势。

(2) 对中国一次能源需求的预测表明，2025 年中国一次能源需求总量约 3000Mtoe，同期预测表明发达国家一次能源消费总量约 8000Mtoe，发展中国家为 10100Mtoe，届时中国的一次能源需求将占发展中国家一次能源需求的 30%，占全球一起能源总需求的 17% 左右，在世界能源市场将占有举足轻重的地位。

(3) 与其他机构对中国未来二氧化碳排放预测结果的对比表明，中国能源报告 (2006) 基于能源消

费的二氧化碳排放预测结果低于本研究预测结果，国际能源署 (IEA) 及美国能源信息署 (EIA) 所做的预测则略高于本研究预测结果。

(4) 根据未来中国 CO₂ 排放的情景分析及预测，2025 年中国的 CO₂ 在高排放、中排放、低排放情景下的排放量分别为 10483MtCO₂、8969 MtCO₂、8741 MtCO₂，届时 CO₂ 排放强度虽仍高于发达国家水平，但较 2007 年排放强度水平分别下降了 36%、42% 和 49%，且人均 CO₂ 排放仍远远低于发达国家目前的水平。

References (参考文献)

- [1] IPCC. The Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change- Climate Change 2007. Cambridge and New York: Cambridge University Press, 2007.
- [2] World bank . Green data brochure(2007): <http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/EXTCHINESEHOME/EXTNEWSCHINESE/0,contentMDK:21338247~pagePK:64257043~piPK:437376~theSitePK:3196538,00.html>, 2007.
- [3] EIA (Energy Information Administration). International Energy Annual 2005, Washington, DC: 2007.
- [4] IEA (International Energy Agency). Key world energy statistics 2003-2007. Paris: 2003-2007.
- [5] UN (The United Nations). World population prospects: The 2006 revision population database. New York: 2007.
- [6] EIA (Energy Information Administration). International Energy Outlook 2007. Washington, DC: 2007.
- [7] Y.M. Wei, Y. Fan, Chinese energy report (2006) : Strategy and Policy. Beijing: Science press,2007. 71-80
- [8] IEA (International Energy Agency). World Energy Outlook 2007. Paris: 2008.
- [9] EIA (Energy Information Administration). International Energy Outlook 2008. Washington, DC: 2008.
- [10] Wang Juan, Santoprete Giancarlo. Prospect of energy consumption and CO₂ emission in China. Journal of commodity science, technology and quality, Vol. 47 (III), 2008.
- [11] Santoprete Giancarlo, Wang Juan. Prospect of the energy demand. Pisa: ETS Edition, 2008. 38.
- [12] B.R. Wei, Scenarios analysis of China's energy demand and carbon dioxide emission, Beijing: Chinese Environmental Science Publishing House, 2007. 52-53.
- [13] BP (British Petroleum). Statistical Review of World Energy 2007. London: 2007.
- [14] LEE HURY-LIN. The Effects of Energy Efficiency Improvement on Taiwan Economy and CO₂ Emission Reduction - An Application of Taiwan General Equilibrium Model (TAIGEM). Taiwan: National Taiwan University, 1986.
- [15] M.X. Cui, "2006 Chinese energy development report". Beijing:http://www.china.com.cn/info/06nengyuan/node_7002979.htm, 2006.
- [16] National Development and Reform Commission, Energy-saving policy: Australia and New Zealand Investigation Report. Beijing:<http://www.jsetc.gov.cn/newsfiles/67/2007-09/25608.shtml>, 2007.