

香港规划师学会成立三十周年庆祝活动
《共建低碳都市》国际研讨会
香港规划师学会 中国城市规划学会

中国大陆、台湾地区和香港特别行政区 2050年CO₂排放情景

胡秀莲

huxl@eri.org.cn

香港 马湾， 挪亚方洲， 2009年5月22日

背景

- 美国的减排行动,特别是减排目标的确定,及其对欧洲、中国等较大发展中国家的影响

- 全球、地区、国家不同层面GHG减排长期目标问题

全球温室气体减排长期目标的选择关系到发展中国家的发展空间,也决定了中国现代化发展的排放空间。

- 气候变化催生人类价值观念的重大变化

面对气候变化的事实和挑战,人类开始对自身的生产、生活和消费方式进行深刻反思,致使价值观念产生了变化。诸如,近年来对“环境伦理”的讨论,对“生态赤字”的关注,对“绿色GDP”的推动以及提出“低碳经济”的发展模式等等。这种变化成为人类从工业文明向生态文明转变的重要思想基础。

国际社会应对气候变化已经采取的行动和措施

气候变化在全世界正引起前所未有的重视和关切，国际社会在应对气候变化方面已经采取了广泛的行动和措施。欧盟、美国、日本等发达国家均提出并确定了各自2050年的CO₂减排目标，印度、巴西、墨西哥和南非等发展中国家也按照各自的方式做出了CO₂排放或减排的承诺。中国政府也提出了坚持共同但有区别的责任原则，承诺对全球气候变化做出应有贡献。

国际社会应对气候变化已经采取的行动和措施

- 欧盟：内部实行了碳排放贸易制度，并力推各成员国实施促进节能和可再生能源发展的财税政策
- 美国：尽管政府拒绝批准《京都议定书》，但国内为减缓气候变化采取了一些积极的行动，政府加强了低碳能源技术的研发和推广，强调可再生能源、氢能以及碳捕集和封存等新技术在减缓温室气体排放中的作用，正在制定碳排放交易法案
- 日本：通过《地球温暖对策促进法》，明确政府、地方公共团体、企业和国民的责任，强调技术创新和向低碳社会转型，推行国内行业自愿减排行动等
- 印度：强调保障能源供应，努力降低能源使用的碳强度
- 巴西：致力于发展可再生能源，并加强森林管理
- 中国：《气候变化国家评估报告》、《中国应对气候变化国家方案》、《中国应对气候变化科技专项行动》、节能20%、规划和战略考虑。。。。

全球可能的减排目标

根据IPCC第四次评估报告，如果温升控制在 $2\sim 3^{\circ}\text{C}$ ，2010~2030年全球 CO_2 排放将到达顶峰并开始下降，2050年的排放量要显著低于目前排放水平甚至减少一半以上。全球温室气体减排长期目标的选择关系到发展中国家的发展空间，也决定了中国现代化发展的排放空间。

全球可能的减排目标

- 从长期国际气候制度可能走向看，国际社会要求各国共同努力，到2050年实现温室气体排放比目前减少50%，正逐渐成为中长期国际社会应对气候变化的重要目标。
- 欧盟：主张制定全球长期减排目标，到2050年全球温室气体排放量比1990年至少减少50%的目标
- 美国：主张自主确定减排目标，强调应更多关注技术减排，到2050年力争在1990年的水平上减少温室气体排放量80%
- 日本：提出应对气候变化新框架，力推全球部门减排，并提出2050年全球温室气体排放应比目前至少减半
- 印度：承诺人均排放在任何阶段都不超出同期发达国家水平
- 巴西：承诺以“三可”方式减少温室气体排放
- 墨西哥：赞成550 ppm当量浓度目标，承诺自愿减排
- 南非：赞成2050年比2000年减半，承诺采取“三可”行动
- 中国：坚持共同但有区别责任原则，承诺作出应有贡献

中国需要走出一条自己的低碳发展之路

由于中国的工业化、城市化、现代化进程远未完成，为了实现“三步走”战略目标，中国正处在需要消耗大量能源来支撑经济快速发展的阶段，能源消费的持续增长，将导致温室气体的排放的增长。

按照目前中国矿物能源消耗和二氧化碳排放增长速度，中国很可能在较长的时间内维持世界第一碳排放大国的地位。

因此，中国的基本国情和发展阶段特征等因素决定了在今后一段时期内CO₂排放还将继续增长，在控制CO₂排放上比发达国家将面临更大的困难。

中国需要走出一条自己的低碳发展之路

探讨在未来近半个世纪的时间里：中国

- 如何改变经济增长方式；
- 如何确定、选择和实现新型工业化、城市化、全球贸易化和市场化的发展道路
- 如何提供经济、清洁、高效、可持续发展的能源保障供应系统
- 如何克服可能遇到资源、资金、机制等的各种障碍
- 如何在全球一体化的大背景下实现中国的可持续发展和温室气体的减缓排放，走出一条中国自己的低碳经济发展之路。

是进行低碳情景研究的目的和意义所在。

UF/ WWF Project organization and implement

Total report: 中国2050年低碳发展之路
能源所、国务院发展研究中心、清华大学

核心组
专家15人

分报告：中国经济社会发展趋势（能源研究所）
（16） 进出口与经济发展（社科院）
工业化（国务院发展研究中心）
城市化（中国科学院自然与社会交叉科学研究中心）
能源市场化（天则经济研究所）
技术进步趋势（清华大学）
中国应对气候变化的挑战与对策（能源研究所、环境规划院）
中国适应气候变化的对策（农科院）
碳捕获和碳储存（森诺拓创技术有限公司）
碳税（能源研究所）
金融体制改革（国务院发展研究中心）
中国低碳情景分析（能源研究所）；台湾地区低碳情景分析（中原大学）

台湾、香港、澳门

中国大陆、台湾地区和香港特区2050年CO₂排放情景

- 分析了影响中国大陆、台湾地区和香港特区未来发展的各种驱动和限制因素的现状和发展趋势。

资源、人口、环境和全球变暖等各种限制因素，人均收入、全球化、城市化、工业化、市场化等各种驱动因素，以及影响能源供需的政策、技术、消费模式、金融财政体制、国际合作等因素

- 应用模型和情景分析方法,模拟分析了这些因素对中国大陆、台湾地区和香港特区2005-2050年的经济社会发展、能源需求和CO₂排放的影响。
- 探讨了在不同时段，选择、推广应用不同技术和实施不同政策措施，对中国大陆、台湾地区和香港特区实现低碳经济情景的主要途径。

中国大陆2050年CO₂排放情景

情景分析的基本原则和指导思想

- 目标导向型研究、立场的研究、将中国放入全球进行的研究、与既定社会经济发展目标一致（三步走）

政府：事实、已经采取的行动、导致的影响和变化、机会和挑战、应如何采取行动、什么时间行动

世界：中国的发展、排放、行动对世界的影响和作用

- 总体思路：三步走（2005为基础年/目标年：2020/ 2035/ 2050）
GDP、产业结构、人口、城市化率等

- 情景考虑：基准情景：（或参考情景、趋势照常）

低碳情景：依靠能源效率提高、发展清洁和替代能源、利用可再生能源、加强研发和对低碳技术投入、实施有利于低碳的政策等

强化低碳情景：更清洁和高效的技术、CCS、国际机制、更多的资金投入、借鉴发达国家经验等

关键问题研究

- 2050社会发展目标和途径
- 限制因素分析：资源、人口、环境和全球变暖等
- 驱动因素分析：GDP增长方式、人均收入、消费方式、全球化、城市化、工业化（部门发展）、市场化
- 影响能源供需的政策、技术、消费模式、金融财政体制、国际合作等因素的演变
- 技术发展分析：关键技术的学习曲线
- 中国的减排目标
- 减排成本分析，减排成本曲线
- 共有效益（Co-benefit）分析
- 全球分担
- 中国承诺分析

情景的主要参数设定（2005-2050）

- GDP：增长速度、结构等
- 人口和城市化：城市、农村、户数、年龄结构、城市规模等
- 工业：分行业和产品服务量需求、技术应用与普及率、技术能耗水平、技术投资、成本等
- 居民和服务业：建筑和住宅面积、分用途耗能设备、拥有量和普及率
- 交通运输：客运和货运周转量、分运输方式的运输器具、拥有量和普及率、耗能水平、出行距离和时间
- 能源资源：煤炭、石油、天然气、核能、水能、新能源和可再生能源、各种替代燃料的储量、可利用量、生产技术及成本等
- 投资、贸易
- 政策措施：能源税、碳税、标准、进出口税、国际合作、国际机制等

分析结果

到2050年中国的经济规模将是2005年的近16倍，届时经济结构将以服务业为主导，所占比重将上升到60%以上，工业所占比重将下降到36%左右。

由于持续较高的GDP增长速度和2030年以前持续增长的能源服务量需求，从2005年到2050年的45年期间，中国的能源需求量均呈增长趋势。到2050年基准情景、低碳情景和强化低碳情景的能源需求量将分别达到6657Mtce, 5250Mtce和5014Mtce。前25年的年均增长速度较快。

从2010年开始，大量进口石油和天然气将成为中国保障能源需求供应所面临的压力和挑战。

石油、天然气、核电、水电和可再生能源等洁净能源需求量的增长，降低了对煤炭的需求量，煤炭需求量占一次能源需求量的比重持续下降。到2030年基准情景、低碳情景和强化低碳情景的煤炭占一次能源需求量的比重由2005年的70%在下降2030年的54%，48%和44%，到2050年继续下降到45%，38%和34%。

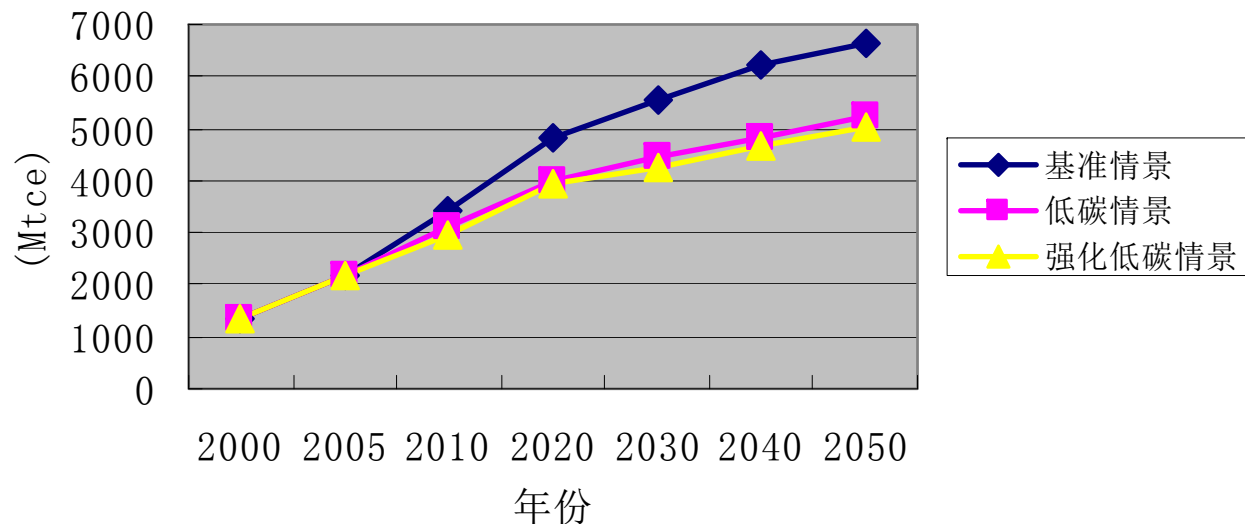
分析结果

核电、水电和可再生能源电力的发展优化了电源结构，整体煤气化联合循环（IGCC）、碳捕获和储存（CCS）、绿色电力、太阳能发电、近海风力田发电等技术的推广应用，提高了电力转换的整体效率。到2050年低碳情景每kWh电力的一次能源消耗系数比基准情景降低了16%。

情景分析结果表明，提高能源效率是中国实现低碳情景的关键选择。到2030年基准情景、低碳情景的GDP能源强度比2005年分别下降64%和70%，到2050年比2030年分别下降54%和50%。2050年与2005年相比，低碳情景的主要高耗能产品的能源强度平均下降了30%以上。

由于能源需求量的持续增长，基准情景和低碳情景的CO₂排放在未来45年间均呈持续增长趋势，到2050年分别达到3465Mt-C和2406Mt-C。强化低碳情景的CO₂排放在2030年达到峰值的2228 Mt-C后，2040年继续下降到2014 Mt-C，2050年急剧下降到1395 Mt-C，与2005年的CO₂排放量基本持平。

一次能源需求量



2050年

能源需求量:

基准情景: 66.6亿tce
(增长303%)

低碳情景: 52.5亿tce
(增长239%)

强化低碳情景: 50.14
亿tce (增长

2050年

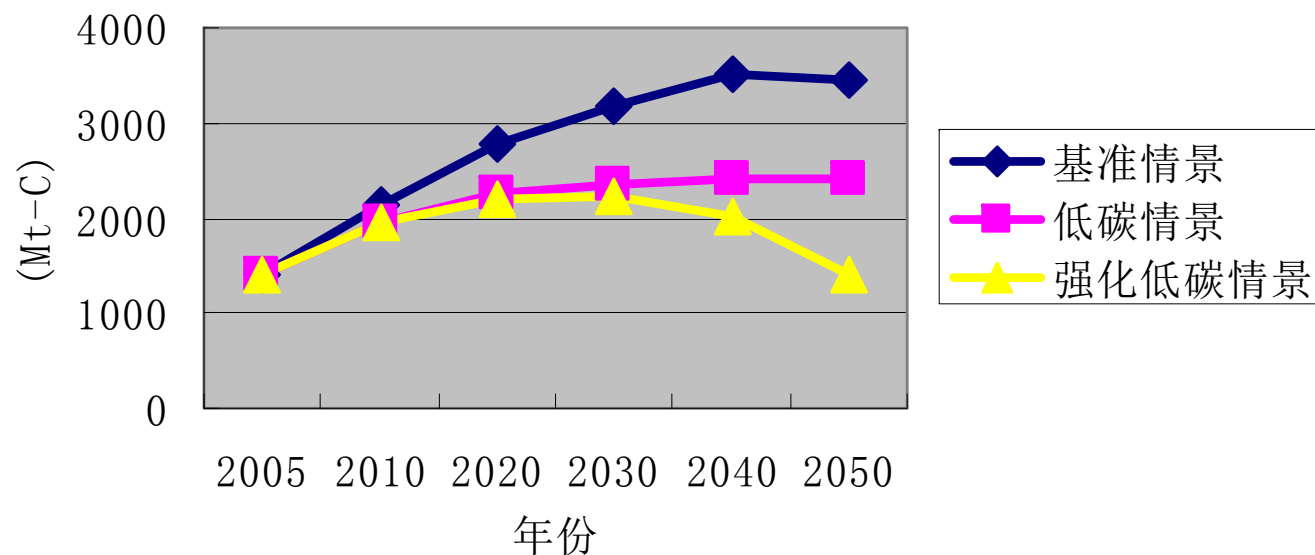
C02排放量:

基准情景: 354t-C
(增长243%)

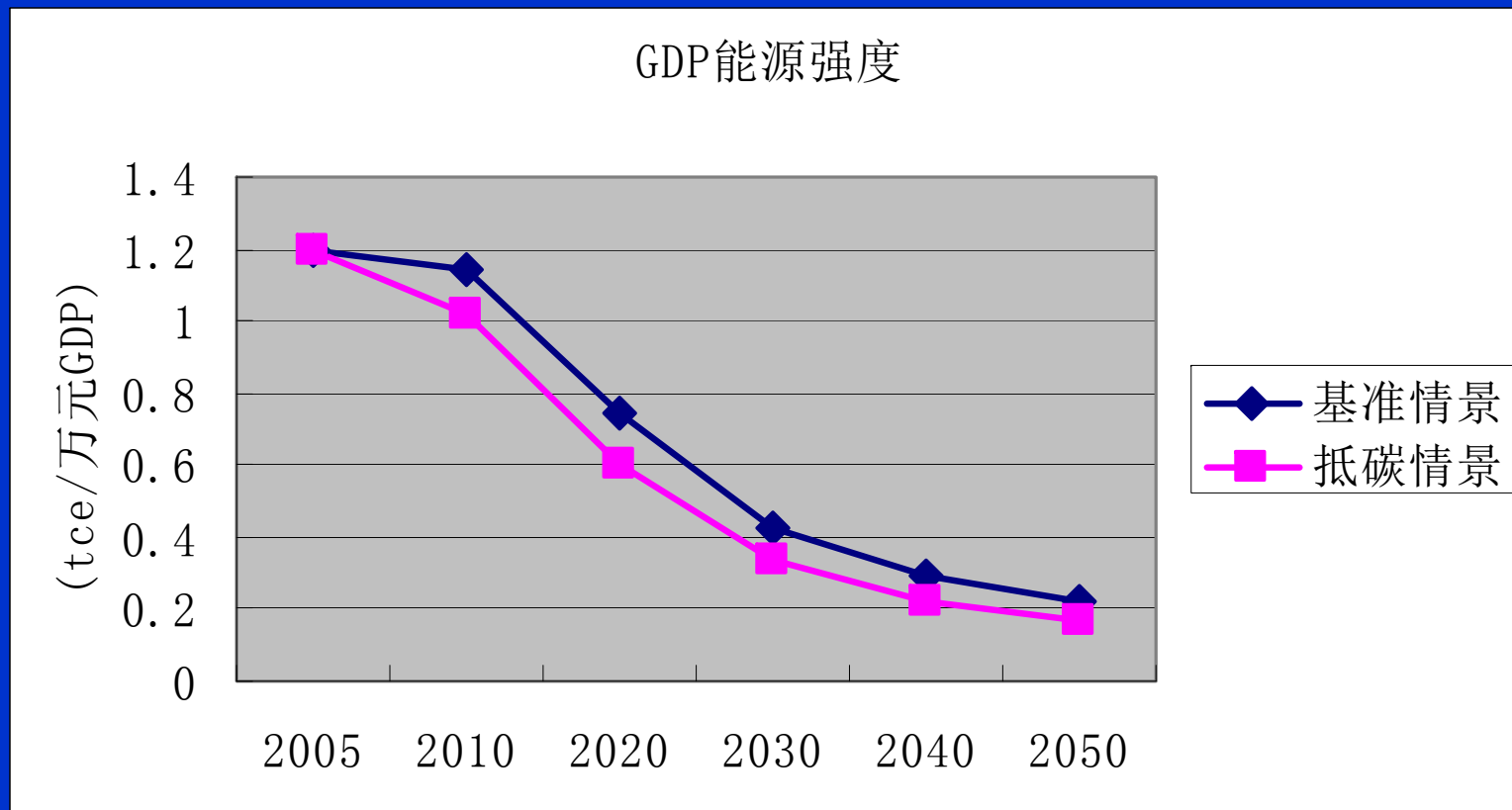
低碳情景: 24亿t-C
(增长170%)

强化低碳情景: 14
亿t-C (持平)。

C02排放量



■2050年与2005年相比GDP能源强度降低了80%左右,碳排放强度降低了85%左右,



结论

情景分析结果表明，到2050年要实现强化低碳情景比基准情景CO₂减排60%的目标，届时要求：

- (1) 能源效率提高和节能实现减排： 55 %
- (2) 实施碳捕获和存储 (CCS) 技术实现减排： 21 %
- (3) 开发利用水电实现减排： 7 %
- (4) 推广应用生物质/太阳能实现减排： 3 %
- (5) 开发利用风能实现减排： 4.5 %
- (6) 大力发展核能实现减排： 5 %
- (7) 开发利用其他替代能源实现减排： 4.5 %

政策措施促进
投资
对GDP的影响

政策措施

从国家战略、规划的角度，重视气候变化问题，积极应对，抓住机遇，掌握主动，以外促内，推动中国经济社会的可持续发展；

加强政府对可持续能源发展的干预力度和统筹能力，推动各地区把低碳经济纳入本地区的经济发展规划；

积极参与国际气候谈判，拟定中国应对气候变化的中长期方案；制定低碳发展道路的路线图，围绕路线图拟定不同阶段的工作重点；

政策措施

加强政府对走低碳发展道路的支持和引导（发展规划、基础设施建设、投资 and 市场监管、科技研发等方面），加大投入力度、加强市场监管、提高服务水平；

建立有利于温室气体减排的市场信号，开展能源税/碳税征收示范和试点；加大低碳生产和低碳生活的宣传力度，充分调动全民参与积极性。

全面实现节能和低碳技术普及、低碳消费生活方式、变革经济发展模式、实现循环经济；调整经济和产业结构；全面实现用能技术的先进化，通过多种政策措施大范围普及先进高效技术；全面合理发展可再生能源和核电，优化能源结构；增进国际合作和技术转让。

台湾地区2050年CO₂排放情景

台湾地区的特点

工业化和经济全球化让资源缺乏的台湾从二十世纪50年代开始就不断创造经济发展的奇迹。在70年代中期基本上形成了出口导向型经济发展模式。1962年至2000年GDP年均增长率达到8.27%。

与大陆相同台湾在经济高速发展的同时能源需求量随之增长，由1987年的39.6Mtoe增加到2007年的126.33Mtoe, 年均增长率达6%。99%以上的能源依赖进口，能源结构以煤炭、石油和核电为主。

2007年台湾人均GDP近2万美元，人均能耗高达4.56toe，比中国大陆高出3倍，比香港高出77%，比世界平均水平高出1.9倍。

从1990年到2004年，台湾二氧化碳总排放量的增长率是全球的4倍，每年人均CO₂排放量超过12吨，是全球平均值的3倍，CO₂排放增长速度高于**GDP**。

目前，台湾的能源效率比欧盟及日本分别低**47%**及**65%**。

台湾地区的特点

目前台湾的**城市化已达到78%**。快速的城市化导致了城乡差距加深，公共投资不足，环境负荷压力加大，都市人口过度集中，机动车辆大增，电力消耗增加，公共设施建设不足，废水、废物、噪音等污染物质增加等。

研究还表明，推动台湾未来社会经济发展的主要驱动因素有：全球化、工业化、市场化和城市化进程的加速。为适应全球化竞争带来的压力，台湾将更加专注于创新技术的研发和制定延长产品生命周期的策略。台湾未来促进工业化发展的主要目标是通过服务业与制造业的升级，使之成为台湾经济发展的双引擎。通过建立制度规范经济的市场化、自由化和国际化。

实现经济、能源与环境的可持续发展。

台湾地区的情景设定

基准情景（BAU）：根据历史演变情况，继续实行现行政策和规划的情景。

政策（自愿承诺）情景：分为两个情景，即：

自愿情景1：核能延役20年，改善并提高核电厂效率，增加发电量。

自愿情景2：（能源效率）：未来8年每年提高能源效率2%以上，使能源密集度于2015年较2005年下降20%以上，通过技术突破及配套措施，2025年下降50%以上。

减排(强制承诺)情景：分为两个情景，即：

强制情景1（2020年回归到2008）：实施温室气体减量政策草案；以碳税为政策工具，控制CO₂排放在2020年回归到2008年水准，2021年后维持零增长。

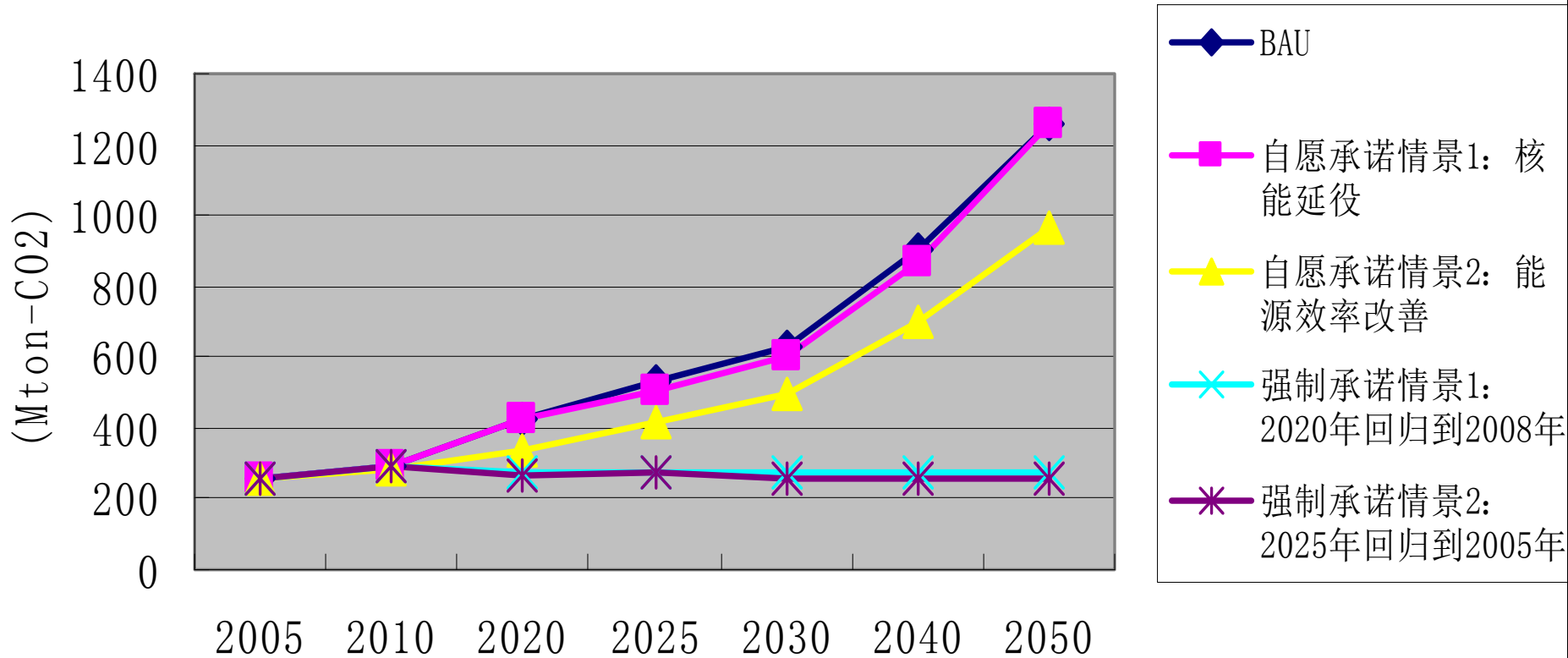
强制情景2（2025年回归到2005年）：实施温室气体减量政策草案；以碳税为政策工具，控制CO₂排放在2025年回归到2005年水准，2026年后维持零增长。

分析结果

- (1) **基准情景**显示，能源消费量及CO₂排放量的增长将持续超越经济增长的速度，导致能源密集度与CO₂排放密集度持续攀升。
- (2) **单独将核电厂延后20年除役**，虽在延长服役期间降低CO₂排放量，但当延役期满，能源消费量及CO₂排放量会回复较高的增长，2050年时甚至高过基准情景。
- (3) **提高能源效率**，将有效降低能源消费量及CO₂排放量，但需要付出相当的代价，并可能排挤其它政策，这是此情景面对的重大挑战。
- (4) **强制减量情景**将CO₂排放量设定在2020年后控制在2008年水准时，将导致2011后GDP增长率平均下降约0.80%。另外，如果采取征收碳税的方式达到减排目标，2011年至2050年期间平均碳税为每吨碳3975元，相当于每吨碳120美元。
- (5) **强制减量情景**将CO₂排放量设定在2025年后控制在2005年水准时，将导致2011后GDP增长率平均下降约0.90%。另外，如果采取征收碳税的方式达到减排目标，2011年至2050年期间平均碳税为每吨碳4419元，相当于每吨碳134美元。

分析结论

台湾地区C02排放趋势



政策措施

制定及执行积极的节能政策有相当迫切的需要。

核电厂延后除役可略为缓解CO₂排放量快速成长的压力，但还需要搭配能源使用效率的提升，才可以达成长期减少能源消费及CO₂排放的目标。

强制减排虽然能够达到减排的目标，但会对经济产生一定的负面影响，需要付出不小的代价。因此，除非是已经到达不得已的情况，否则仍应该考虑以其它的手段实现减排目标。

目前正在立法中的「再生能源发展条例草案」及「温室气体减量法草案」，应促使其早日通过，并在通过之后协调整合二者之执行方案，以收最大的功效。

香港特区2050年CO₂排放情景

香港特区的特点

- 香港特区作为亚洲新兴工业化和高度开放的经济体,已经完成了由制造业向服务业的转型。服务业占90%以上。与西方许多先进城市一样,香港的人口增长趋势已趋于缓慢和平稳。
- 2006年底香港人均GDP达36000美元,是中国大陆的近20倍,台湾地区的1倍,世界平均水平的4.3倍。
- 由于持续实施控制车辆发展和限制车辆使用的各项政策,致使公交出行方式占总出行人次的89%,居世界前列。
- 随着人口和服务量需求的增长,香港的能源消费呈缓慢增长趋势,所需能源全部依赖进口。一次能源消费总量中,煤50%左右,主要用于发电。
- 2005年人均一次能源消费量达2.1toe,比中国大陆高出84%,是台湾地区的46%。香港未来的建筑面积和交通服务量均呈增长趋势。
- 近年来,香港特区政府制定了一系列节能减排和进一步改善环境的规划、政策和标准,致使电力部门CO₂排放强度持续下降,并计划到2020年底之前,将零排放的发电容量提升至20%。

香港特区的特点

■ 香港特区针对所面临的旅游数目剧增与内地跨界客货流急剧增长等多重压力，综合考虑环境、全球气候变化、经济、土地规划、社会和交通运输等综合因素完善了《香港2030：规划远景与策略》，为香港的可持续发展奠定了基础。

■ 近10年来香港在应对气候变化领域采取了一系列措施：

--与亚太经合组织另外20个经济地区定下共同目标：2030/2050GDP能源强度下降25%

--成立了气候变化跨部门工作组统筹、发展和推动减排和适用方面的工作

--在利用化石燃料、利用可再生能源发电、电力使用、建筑物、陆上运输、堆填区、绿化等7大领域制定了具体措施

--在《改善空气质量方案》列出了19项具体措施，拟投资近300亿港元予以实施。

情景设定

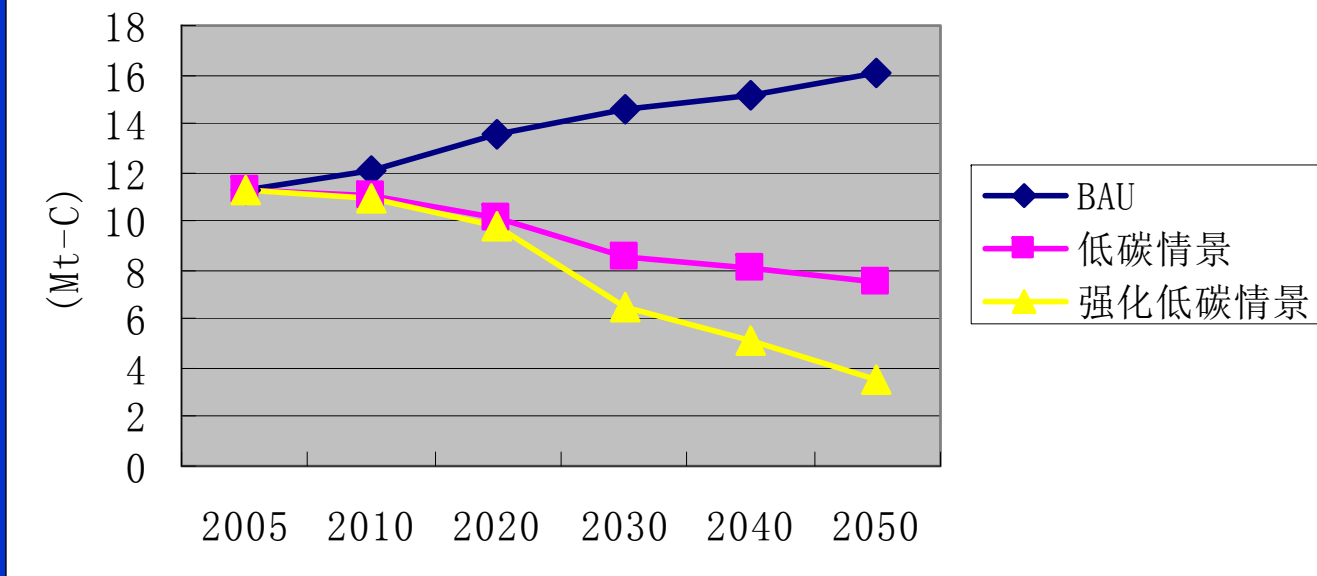
基准情景：香港未来的社会经济发展，将继续贯彻和实施目前已颁布和确定的政策，继续目前的经济发展模式持续发展。2005年到2050年，人口将从660万增加到880万；GDP年均增长速度超过3%；居民每户平均居住面积从37平方米增加到46平方米；服务业建筑面积由3700万平方米增加到4600万平方米；汽车拥有量从56万量增加到80多万辆。

低碳情景：进一步强化和实施促进节能、鼓励利用可再生能源和推广应用低碳技术的激励和投资政策。考虑到香港经济发展水平和人均GDP已经达到了OECD国家水平，因此，未来几十年中，在继续提高居民生活水平和质量的前提下，广泛实施低碳发展方式，包括在建筑、交通运输、工业和服务业大量普及高效、节能和减碳的能源服务技术。到2020年，服务业和发电技术超过先进国家水平；新建建筑继续提高节能标准；鼓励民众实施低碳生活方式；新能源和可再生能源得到充分利用。

强化低碳情景：考虑全球减排目标的需求，香港将进一步强化实施节能减排措施，普及更先进的能源服务技术，在矿物燃料电厂采取CCS技术等。

分析结果

香港特别行政区CO₂排放



基准情景：由于社会经济发展和人口增长，香港未来一次能源需求量和CO₂排放量呈同步增长。

低碳情景：基于香港的经济水平和对环境的关注，通过实施多种能源政策和低碳政策，

低碳情景的一次能源需求量到2010年以后开始下降，到2050年降为17.8Mtce。届时能源结构呈多元化，天然气所占比重接近50%，可再生能源所占比重上升到11%。CO₂排放量由2005年的11.3 Mt-C下降到2050年的7.5 Mt-C。2050年与2005年相比，在一次能源需求量基本持平的情况下，CO₂排放量下降了34%。

强化低碳情景：2050年与2005年相比CO₂排放量下降了69%。

政策措施

通过制定和采用高于国家标准的节能标准，限制能源效率低的电器进入市场；加大对服务业公共建筑和办公楼宇的节能管理，实现建筑的系统节能。加强对公众采取低碳生活方式的宣传和教育，使公众不仅关注生态环境保护而且自愿实行低碳生活方式。使居民和服务业的能源需求下降15%以上。

大力发展低能耗汽车和替代燃料汽车；利用香港政策全面和管理水平高的优势加快这些先进汽车技术的普及；2010年之后，增加替车用燃料乙醇和生物柴油的使用等。这些措施可以使机动车用油量下降25%左右，CO₂排放量下降30%。

由于香港气候炎热和地势特征，可以借鉴巴黎、伦敦、哥本哈根、芝加哥等城市的经验，进一步完善和鼓励非机动车出行系统的建设，鼓励步行和自行车等低碳出行方式。

增加可再生能源的比重，进一步优化能源结构。

结 论

由于中国大陆、台湾地区和香港特别行政区处在不同的经济发展阶段，在实现低碳和可持续发展的政策措施领域不同时期有不同的优先度；

台湾地区和香港特区能源消费对外依存度很高，特别是石油及其制品，中国大陆在未来几十年中，对石油及其制品的依存度也呈不断上升趋势；

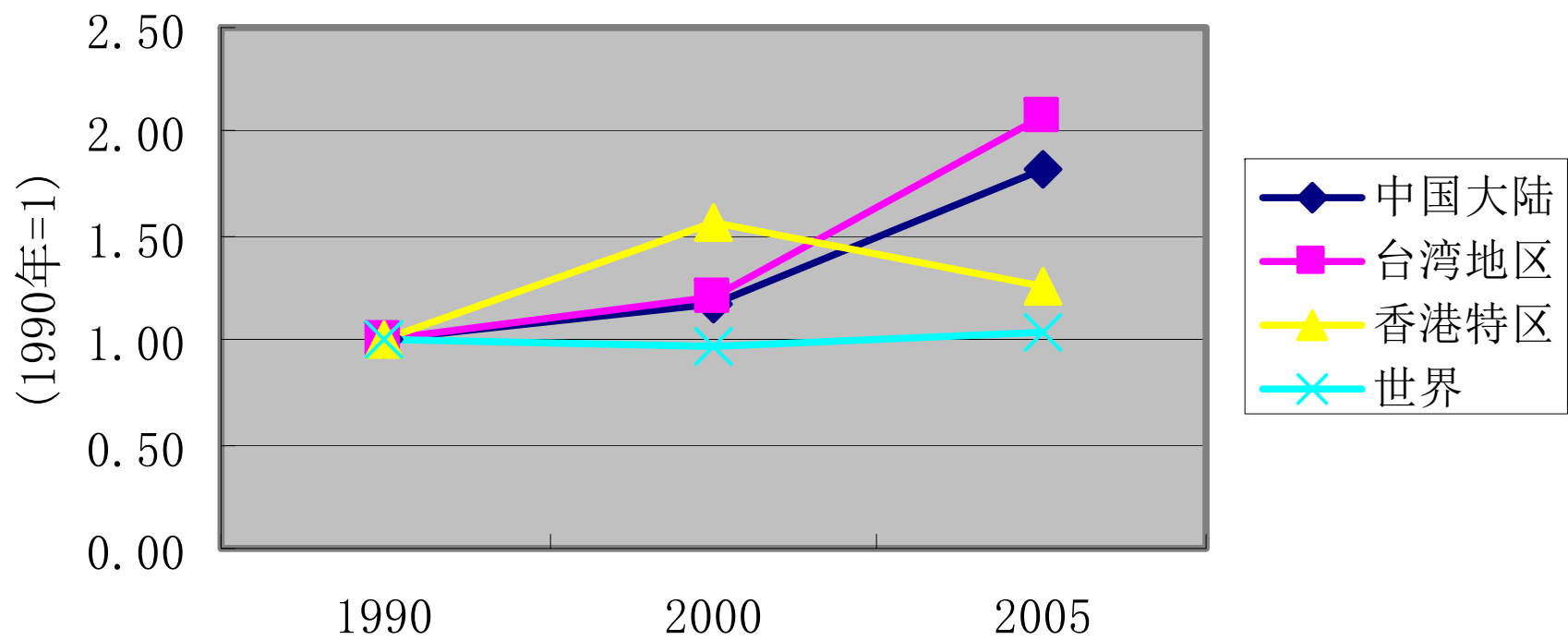
技术进步和提高能源效率对中国大陆、台湾地区和香港特区都是重要因素，特别是在发展速度较快的建筑和交通运输部门，同时要预防在这些部门的碳锁定效应；

开发利用新能源、可再生能源、发展替代能源对于满足未来不断增长的能源需求均有巨大潜力，不仅有利于减排CO₂，同时可显著增强能源安全，但需要有合适的政策予以支持，以实现可再生能源的快速和大规模应用；

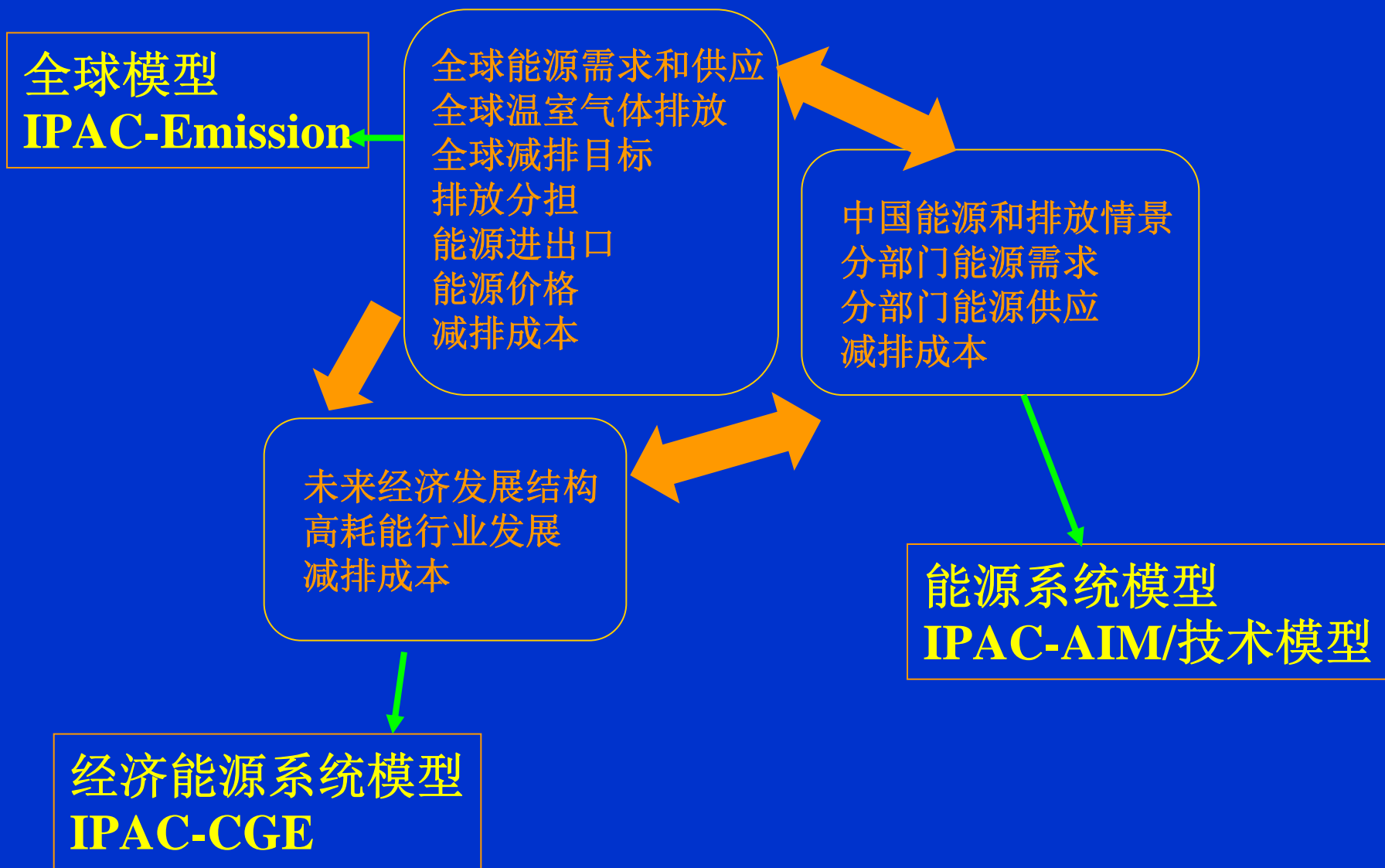
CCS技术在不同的地区和不同的时期将起到了不同程度的作用，尤其在中国大陆快速和及早应用CCS可以实现煤电系统的去碳化；

中国大陆和台湾地区的研究结果表明，从长期来看增收碳税有利于CO₂减排；在气候变化框架下，国际间技术与资金的合作将扮演重要的角色。

人均CO2排放指数



中国2050 低碳情景模型分析框架



2005

	中国大陆	香港特区	台湾地区	世界
11.人均一次能源消费(toe/person)	1.14	2.6	4.61	1.61
12.人均GDP(US\$/person, 2000年价)	1449	29945	16536	5670
13.人均CO2排放(t-C/person)	1.06	2.23	3.25	1.14
14.单位GDP一次能源消费(toe/MUS\$)	790	86.7	279	284
15.单位GDPCO2排放(t-C/MUS\$)	734	74.5	196	200
16.单位一次能源消费CO2排放(t-C/toe)	0.928	0.86	0.705	0.706
18.每千人汽车拥有量(辆)	24.22	72.96	293.21	140.39
	中国大陆	香港特区	台湾地区	世界
人均一次能源消费(toe/person)	1.00	2.28	4.04	1.41
人均GDP(US\$/person, 2000年价)	1.00	20.67	11.41	3.91
人均CO2排放(t-C/person)	1.00	2.10	3.07	1.08
单位GDP一次能源消费(toe/MUS\$)	1.00	0.11	0.35	0.36
单位GDPCO2排放(t-C/MUS\$)	1.00	0.10	0.27	0.27
单位一次能源消费CO2排放(t-C/toe)	1.00	0.93	0.76	0.76
每千人汽车拥有量(辆)	1.00	3.01	12.11	5.80

2050:人均能源消费:3.16(基准)/2.5(低碳)/2.4(强化低碳)

2050:人均碳排放:2.33 (基准) /1.64 (低碳) /0.96 (强化低碳)

3万美元(香港)