

全国及广东省碳排放峰值研究

王毅 谭显春 邹乐乐

中国科学院科技政策与管理科学研究所

2014年3月28日，广州

峰值研究背景

我国碳排放峰值研究

广东省碳排放峰值分析

1. 全球气候变化与碳排放峰值

- 1992年，UNFCCC第2条规定的目标是“将大气中温室气体的浓度稳定在防止气候系统受到危险的人为干扰的水平上”
- 2007年，IPCC第四次评估报告提出 2°C 阈值，对应最大可能的温室气体浓度为450ppm，因而确定了大气中的碳排放空间、排放峰值及减排目标（2050减排50%）
- 2009年，联合国气候大会（COP15）上通过的“哥本哈根协议”，达成 2°C 的政治共识，但没有法律约束力
- 2012年，中国碳排放约占全球的1/4，中国的排放峰值对全球减排有重要影响
- 新的气候谈判背景

2. 探索实现碳排放峰值的规律

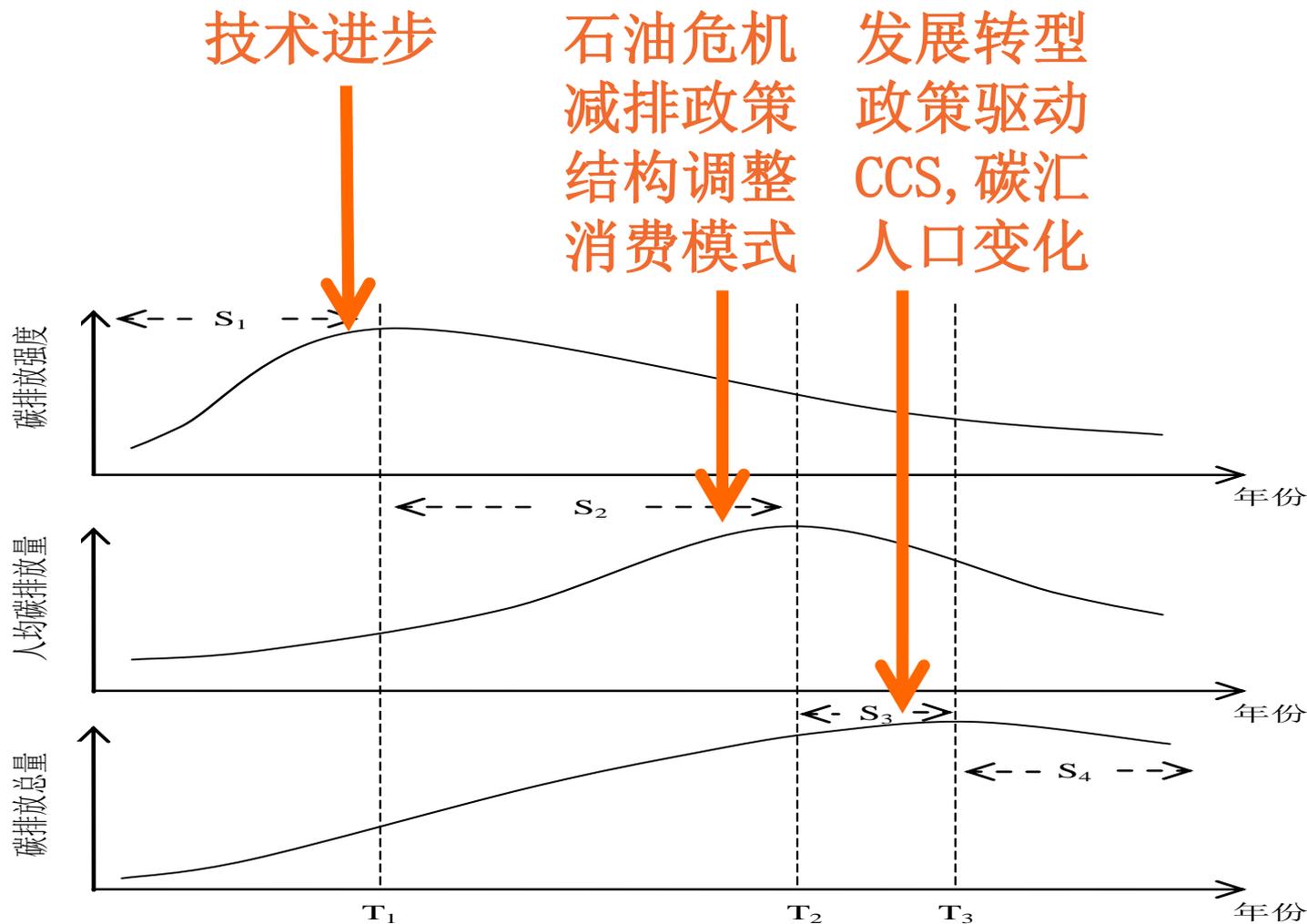
- 发达国家现代化是建立在传统化石能源消费及碳排放积累上的
- 世界一些发达国家已经实现碳排放峰值（如欧盟国家），并开始下降；有些国家达到排放平台期（如美国，但还取决于其再工业化）
- 实现排放峰值的条件：完成工业化任务；技术、经济及管理的能力；有法律约束力的目标及政策
- 中国碳排放峰值的正面与负面影响：
 - 负面：能源消耗与GDP增速相关；工业化、城镇化建设；能源转型困难；发展机遇和目标
 - 正面：能源供应安全，降低生态压力，碳减排与消除灰霾同根同源

1. 峰值研究背景



IPM,
CAS

峰值理论探索：
碳排放三峰值理论



资料来源：中科院可持续发展战略研究组，2009

● 其他相关峰值及阶段判断

- 工业化，特别是重化工业化
- 城镇化
- 高耗能产品
- 化石能源
- 区域发展梯度
- 减排力度和技术成熟度（CCS）
- 政策情景：政策、监管、公众参与等
- 全球峰值及国际协议约束

2. 我国碳排放峰值研究

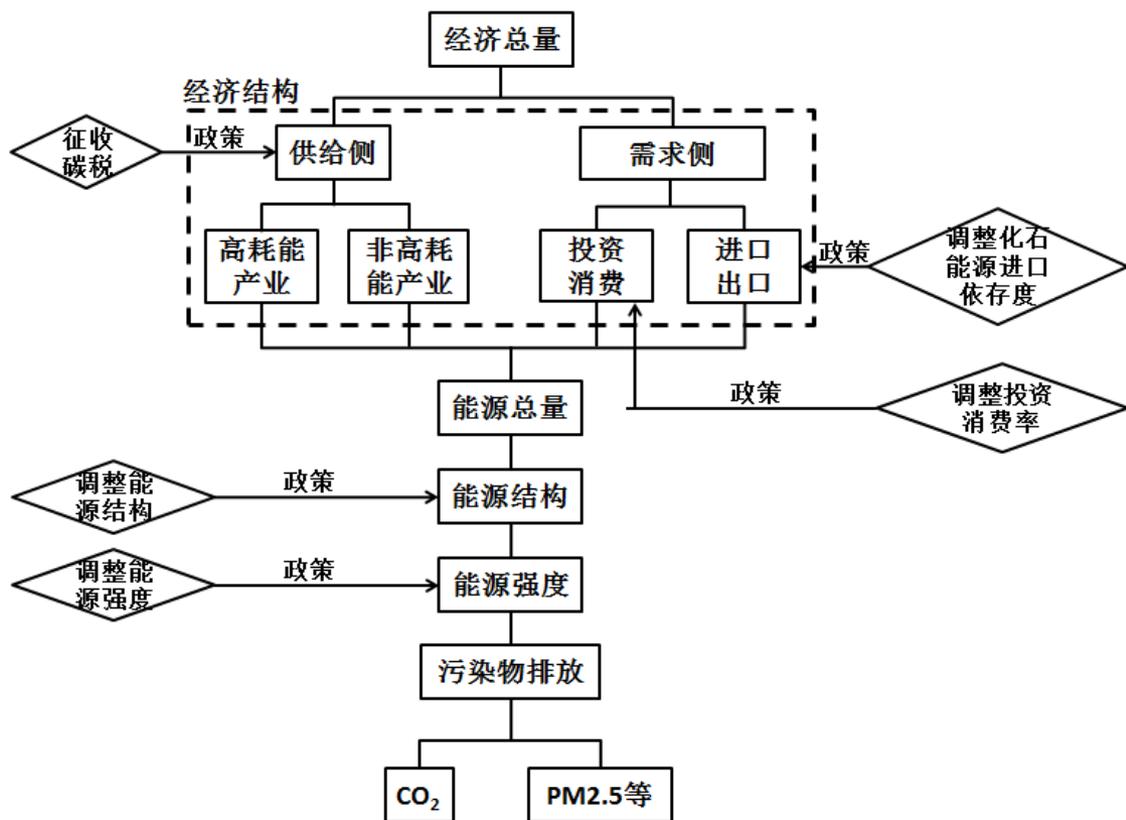


一、生态文明建设的经济—能源—环境耦合情景

- 研究问题：我国二氧化碳排放何时达到峰值以及相应的经济成本
- 解决思路：通过构建并实施征收碳税、调整能源进口依存度、调整投资消费比例、调整能源结构和调整能源强度等五种政策工具，观察其对经济发展和污染物排放的影响。

- 在供给侧，考虑征收行业的碳税（环境税）对国民经济的成本造成冲击，主要分为对各行业统一征收碳税以及有选择征收两种方式。

- 在需求侧，一方面，调整投资消费比例（发展方式转变），另一方面，控制化石能源的进口依存度（确保能源安全），从而达到在需求侧进行调控的目的。



2. 我国碳排放峰值研究

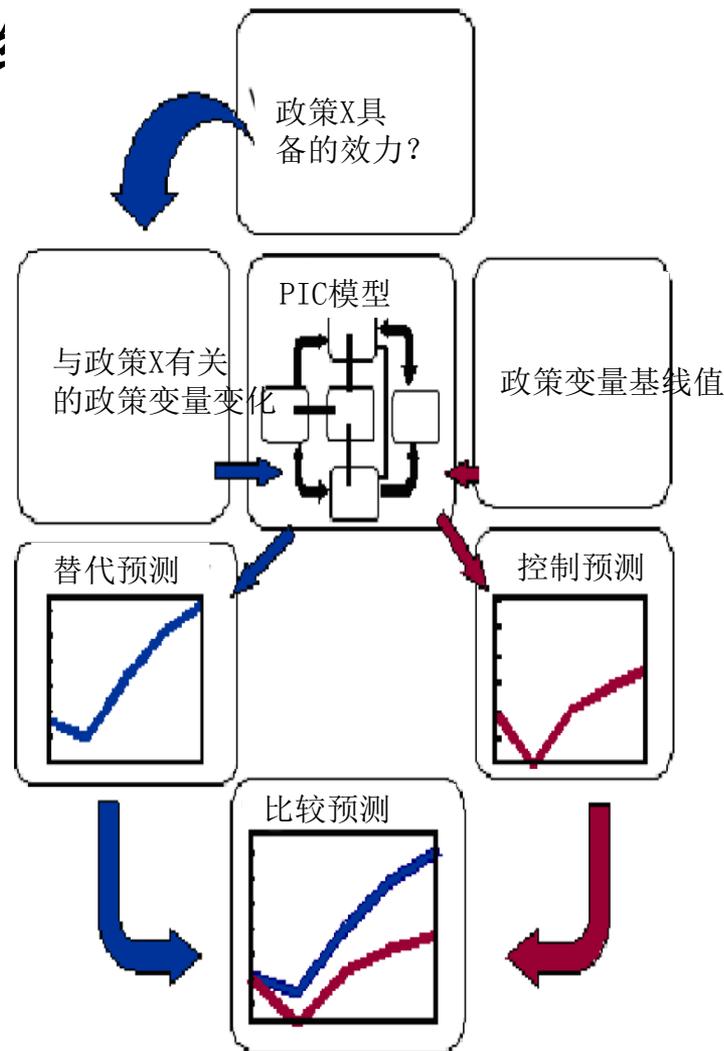


IPM,
CAS

“自上而下”宏观影响分析模型构建:



- 部门（行业）划分
- 基准情景设定
- 政策组合情景（时间、空间、规模）
- 各政策/技术的成本-收益
- 宏观经济影响
 - ✓ 人口、就业、经济增长、可持续性等
- 减排效果
 - ✓ 节能、降耗、GHG减排



中国政策分析模型 (Policy Insight of China, PIC) (REMI & IPM, 2013)

2. 我国碳排放峰值研究

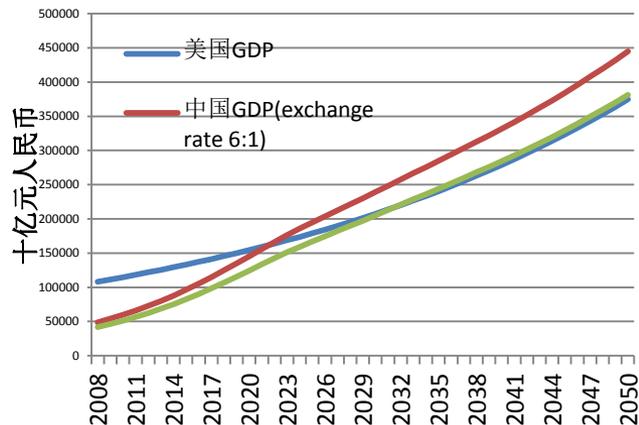


IPM,
CAS

二、参考情景的描绘——我国未来中长期发展态势

- 将延续2012年以前趋势的社会经济发展态势称为“参考情景”，并结合我国经济、人口、能源利用、产业发展的相关历史数据，利用PIC模型对该情景进行了预测
- 我国GDP增长率将从2010~2015年年均7.5%左右，逐步下降到2045~2050年年均3.5%左右。
- 预计GDP在2022~2032年将超过美国，成为世界第一大经济体。

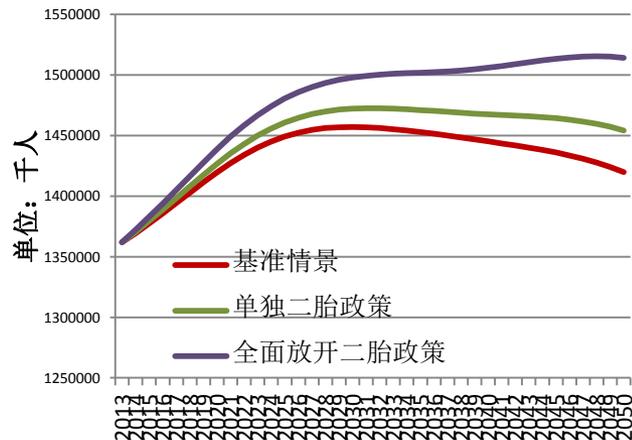
年份	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
年均增速/%	7.5	7.0	6.0	5.0	4.5	4.0	3.7	3.5
GDP/万亿元	59.0	82.7	110.7	141.3	176.1	214.3	257.0	305.2
城镇化率/%	56.4	60.0	63.0	66.0	68.3	70.5	72.8	75.0



中国经济发展前景展望（单位：亿美元，2007年不变价）
资料来源：美国GDP数据来自世界银行（2013）；
中国GDP数据为本组计算

全国三次产业的总排放

年份	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
第一产业	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
第二产业	75.6	109.1	153.2	193.4	225.5	255.6	283.7	313.4	345.7
第三产业	1.2	2.0	3.1	4.1	5.1	6.0	7.0	8.1	9.3
总排放量	77.1	111.5	156.6	197.9	230.9	262.0	291.1	321.8	355.4



三种情景下人口总量的变化（单位：千人）

2. 我国碳排放峰值研究



二、参考情景的描绘——政策设定

主要包括调整能源结构、降低能源强度、征收碳税、调整投资消费比例等四类政策手段。

政策代码及说明

政策代码	政策中文简称	政策说明
S1	能源结构 高油情景	高油能源结构调整情景，自2013年开始实施
S2	高煤情景	高煤能源结构调整情景，自2013年开始实施
S3	高非化石情景	高非化石能源结构调整情景，自2013年开始实施
INTEN	能源强度	降低能源强度情景，自2011年开始实施
IMPOR	进口依存度	控制能源进口依存度，自2023年开始实施
TAX10	碳税10	对所有生产企业每tCO ₂ 排放量征收10元碳税政策，自2014年开始实施
TAX100	碳税100	对所有生产企业每tCO ₂ 排放量征收100元碳税政策，自2014年开始实施
INVE5	投资消费5%	调整投资消费比例，设定2050年的投资率为GDP的5%，自2013年开始实施，每年线性下降
INVE13	投资消费13	调整投资消费比例，设定2013年以后的消费率年增长率与2012-2013年间的增长率相同，自2013年开始实施
TAX10RECLI	碳税10加返还企业	对生产部门每tCO ₂ 排放量征收10元碳税，同时给所有被征税的部门减免相应数量的所得税，自2015年开始实施
TAX10RECLR	碳税10加返还居民	对生产部门每tCO ₂ 排放量征收10元碳税，同时给所有居民减免相应数量的个人所得税，自2015年开始实施
TAX100RECLI	碳税100加返还企业	对生产部门每tCO ₂ 排放量征收100元碳税，同时给所有被征税的部门减免相应数量的所得税，自2015年开始实施
TAX100RECLR	碳税100加返还居民	对生产部门每tCO ₂ 排放量征收100元碳税，同时给所有居民减免相应数量的个人所得税，自2015年开始实施

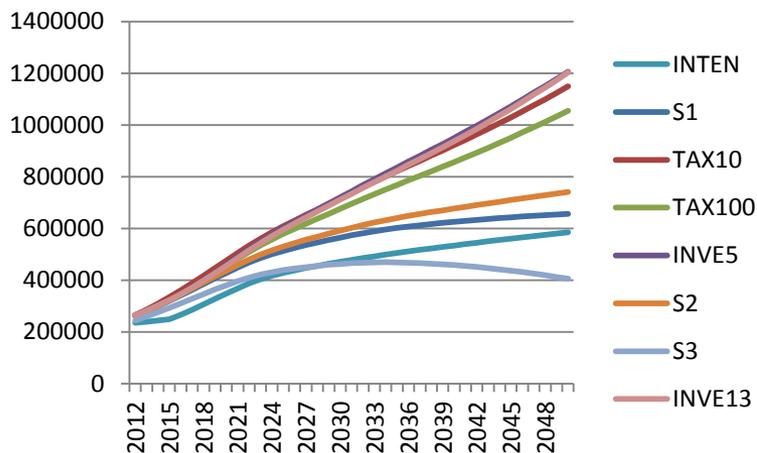
2. 我国碳排放峰值研究



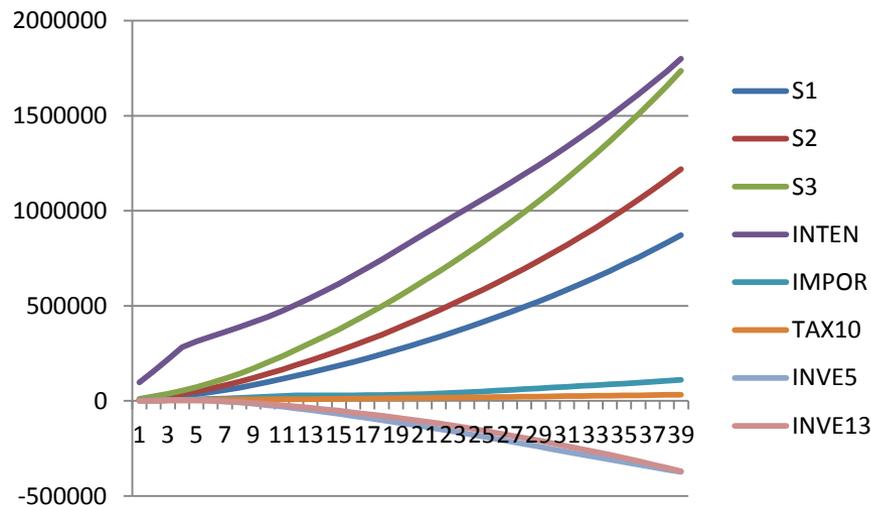
IPM,
CAS

三、情景分析及政策效果预估——单一政策

➤ 首先对单一政策工具的实施效果进行分析，包括它们对CO₂排放总量和未来减排路径的影响，并通过对其宏观经济减排成本的分析，从一个侧面反映各政策单独实施的经济影响。



不同政策单独实施时的煤炭消费量（单位：万t标准煤）



单一政策下化石能源CO₂减排量（与参考情景相比）（单位：万tCO₂）

在目前设计的五大类政策中，调整能源结构和降低排放强度更为有效，而经济结构转变（改变投资消费比例）和征收碳税的效果相对较弱。其中，最有效的是高非化石情景（S3），将煤炭占一次能源消费的比重降至约29%。从现有模型分析出的一个重要结论是：仅依靠单一的政策，无论市场手段还是行政命令手段，都不能有效地实现CO₂减排和能源可持续发展。

2. 我国碳排放峰值研究

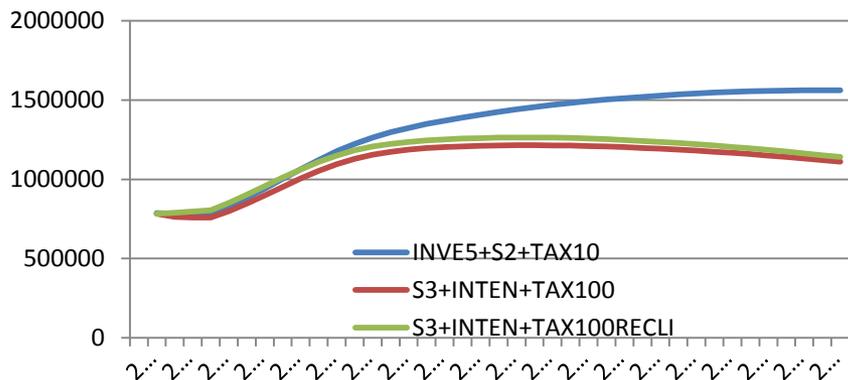


IPM,
CAS

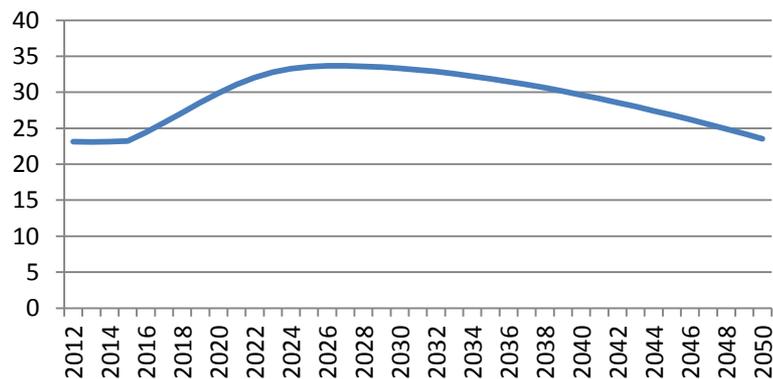
三、情景分析及政策效果预估——政策组合

● 其次，对不同政策组合进行比较分析，试图回答以下问题：不同的政策组合是否能使我国CO₂排放总量在未来达到峰值？CO₂排放总量达到峰值的时间段？不同达峰时间所需的经济成本？

- 不同政策进行组合实施时，其对CO₂减排的影响也有很大不同。如在实施“能源结构+能源强度”的政策组合下，才有可能出现CO₂排放的峰值
- CO₂的排放与煤炭消费总量密切相关
- 政策组合对GDP的影响与CO₂减排量密切相关



三种峰值政策组合及其相应的CO₂排放量（单位：万tCO₂）



令CO₂排放总量2033年达到峰值的政策组合下的煤炭消费总量（亿t标准煤）

2. 我国碳排放峰值研究



IPM,
CAS

三、结论和启示：峰值时段、实现路径与政策组合

- 人口、能耗、排放等峰值是相互联系和相互影响的
- 目标设定是核心，但与成本、路径和风险相关
- 峰值组合：目标+政策+路线图+实施
- 我国的主要峰值时段：
 - 人口总量：2031-2046
 - 煤炭消费总量：2026-2030；阶段性控制目标从“十三五”开始，峰值目标年可争取2025
 - PM2.5排放总量：2026-2030
 - 碳排放峰值：2031-2035，峰值目标年可争取2030
- 部分发达地区可率先达到峰值
- 不确定性：经济增长、结构变化、气候敏感性、模型偏差等

2. 我国碳排放峰值研究



IPM,
CAS

➤ 主要峰值判断

指标	单位	峰值	峰值时间段	峰值前的累计量	对应的政策组合
CO ₂ 排放总量	亿吨CO ₂	121.5-156.1	2032-2049	2039.1-4722.9	高非化石情景+能源强度+碳税100；高油情景+投资消费5%+能源强度+碳税10
煤炭消费总量	亿吨标准煤	33.3-46.3	2027-2048	384-1359	高非化石情景+能源强度+碳税100；高煤情景+投资消费5%+能源强度+碳税10
能源消费总量	亿吨标准煤	47.7-61.2	2032-2049	806.1-1852.2	消费5%+高煤情景+能源强度+碳税10；高非化石情景+能源强度+碳税100
PM _{2.5} 总量	万吨	962.0-1549.3	2027**	11265-11355	高非化石情景+能源强度+碳税100；投资消费5%+高非化石情景+碳税10
高耗能行业排放总量	亿吨CO ₂	49.6-50.4	2032-2034	854.5-844.2	投资消费5%+高煤情景+能源强度+碳税10；高非化石情景+能源强度+碳税100
人口	亿人	14.7-15.1	2031-2046		单独二胎政策；2014年全面放开二胎

三、结论和启示：峰值时段、实现路径与政策组合

- 在不同的政策组合下，未来中国的CO₂排放会出现很大差异
 - 如果单纯调整经济结构（例如改善投资消费比例）及碳税等市场手段，总体上由市场激励自发调整企业的用能和排放行为，而不采用强有力的减排政策，CO₂排放量虽然会有所下降，但速率非常缓慢。2030年的CO₂排放量将达到219.3亿t，比参考情景减少17.7亿t排放。
- 调整能源结构是实现未来可持续发展的根本途径之一
 - 从不同情景的模拟看，煤炭占一次化石能源比例从2030年的53%降低到48%，CO₂的排放量将比参考情景降低11.3%-22.8%。
- 调整能源强度是实现可持续发展新的经济增长动力
 - 仅实施能源强度下降政策，将在2030年比参考情景碳排放量下降33.3%，2050年下降47.8%。降低能源强度还将对总体就业等都起到拉动作用。
- 很难仅仅通过单一的政策或措施来实现减排目标，需要通过不断强化适宜的行政手段以及各种市场手段共同完成
 - 行政手段：生态目标责任制、环境影响评价等方面
 - 市场手段：财税政策、绿色信贷、价格信号以及相关的贸易机制等

3. 广东省碳排放峰值分析(中期成果)



IPM,
CAS

研究内容及思路

研究分析

结果解读

➤ 研究背景及意义

- 在“十二五”能源发展规划中，广东提出了万元GDP能耗比2010年下降18%，二氧化碳排放强度比2005年下降35%左右的目标。
- 广东是我国改革开放与工业化、城市化进程的缩影，是经济发展最快、实力最强的省份之一，也是能源消耗大省，加之广东能源自给率相当低，使得能源安全问题十分突出

➤ 研究目标

- 开发广东省能耗及二氧化碳排放峰值预测模型，研究广东省碳排放峰值达到的时间及总量，并进行峰值量和峰值时间的可控性分析

➤ 研究内容及思路

- 广东省的经济社会发展与碳排放现状分析
- 广东省碳排放影响因素分析
- 未来的经济社会发展和能源消费预测
- 未来的碳排放量、峰值量和峰值时间分析
- 未来的碳排放峰值敏感性分析
- 未来的碳排放峰值可控分析和对策建议

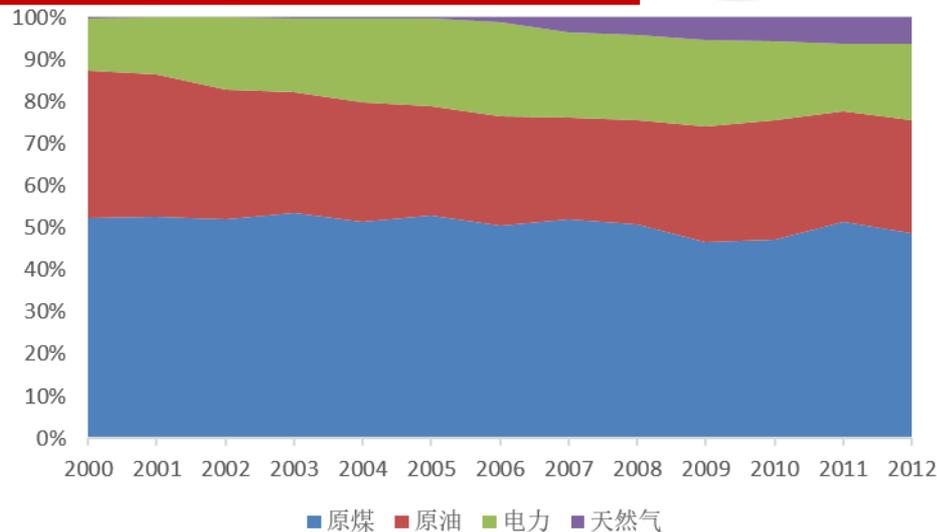
(2) 广东省碳排放现状分析



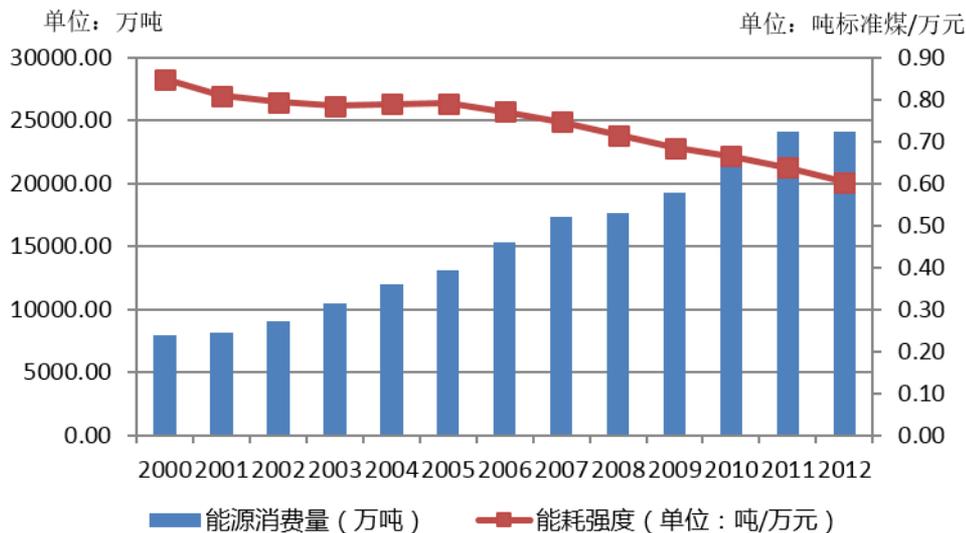
IPM,
CAS

➤ 以煤为主能源结构短期难改变

- 2000-2012年间，广东省能源消费总量不断提高，年均增长率达到9.64%。
- GDP能耗强度呈现下降趋势，从2000年的0.848吨标准煤/万元下降到2012年的0.602吨标准煤/万元，下降了29.0%。
- 从能源消费结构上看，比重最大的是原煤，其次是原油，2012年的比重26.8%；再次是电力（这里的电力主要指水电和核电，包含省外调入），电力在一次能源消费中占比保持在20%左右；比重最小的是天然气，2012年仅为6.3%。



2000-2012年广东省一次能源消费构成



2000-2012年广东省能源消费量及能源强度（2005年不变价）

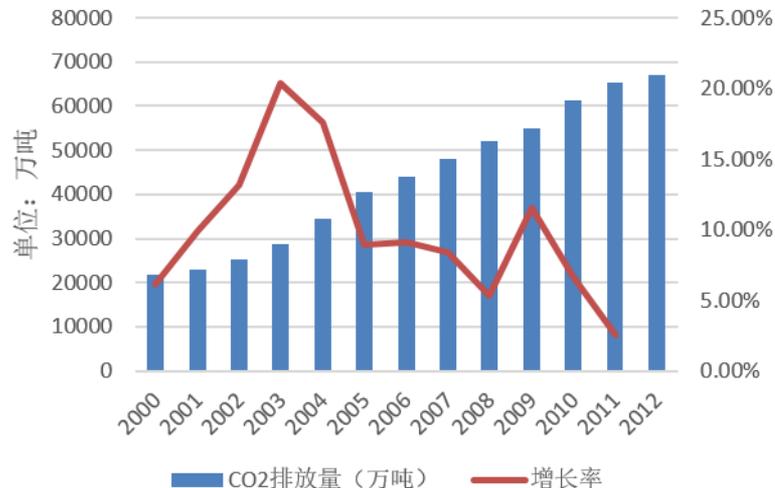
(2) 广东省碳排放现状分析



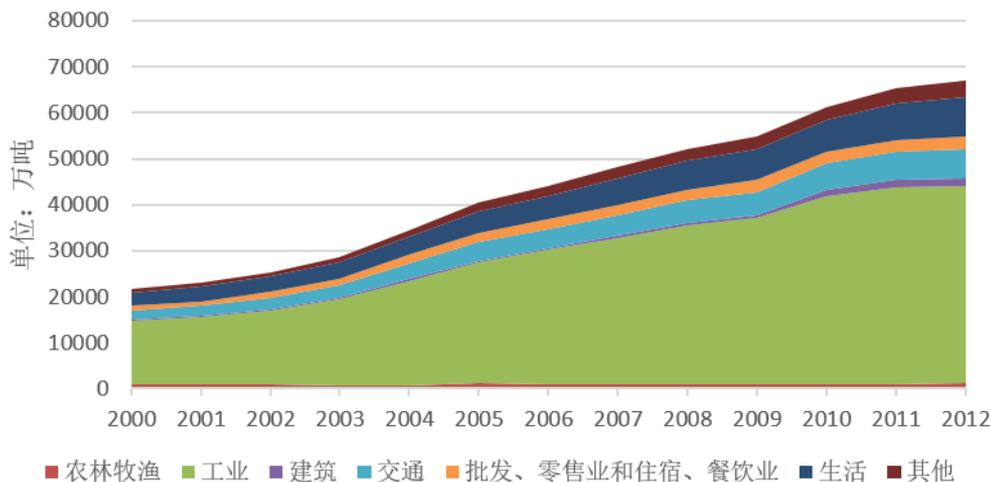
IPM,
CAS

二氧化碳排放总量呈持续上升趋势

- 2000-2012年间，广东省二氧化碳排放总量一直呈现上升趋势，而增长率呈现波动状态，年均增长率达到9.9%。
- 按照IPCC分部门方法核算，2012年，广东的二氧化碳排放总量为6.7亿吨，比2005年增长了65.5%，年均增长7.5%



2000-2012年广东省二氧化碳排放量及其增长率走势图

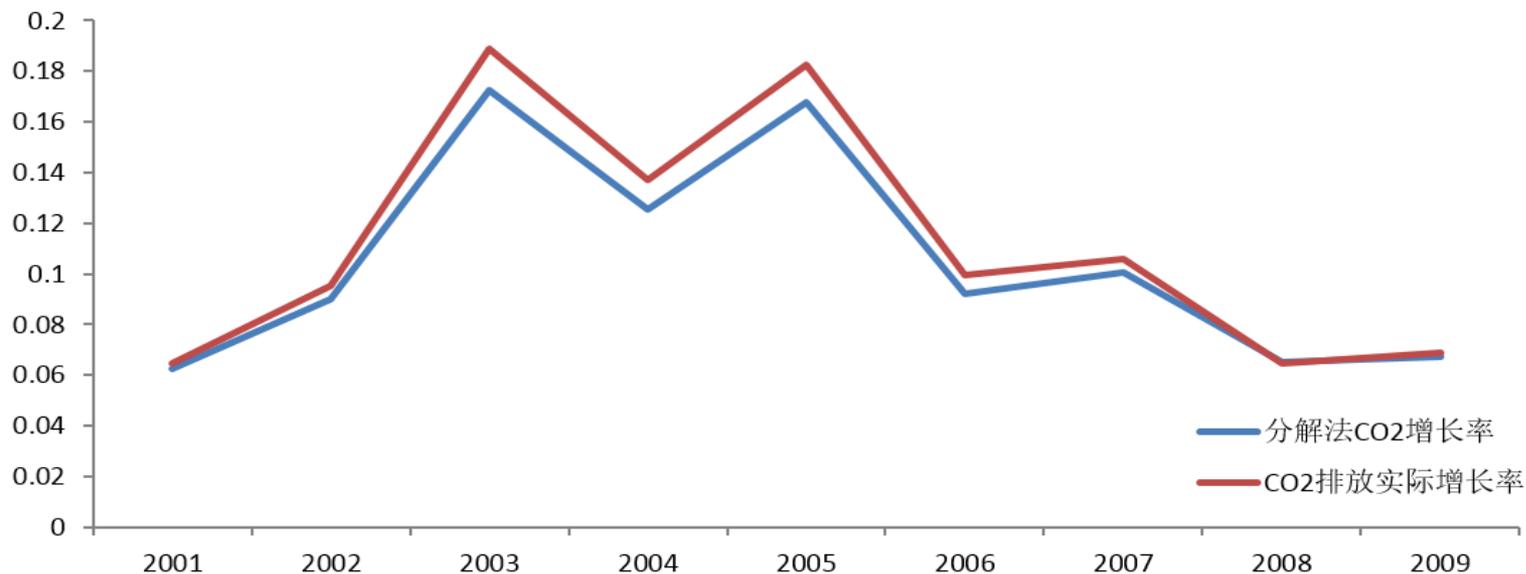


2000-2012年广东省各部门碳排放量占总排放量

工业部门是广东碳排放最主要贡献部门

- 2000年-2012年，广东省工业部门CO2排放量占总排放量保持在63%-66%之间，2012年达65.5%，其次为生活消费，占11%-14%之间，交通运输、仓储和邮政业部门占9%-10%之间。
- 2000-2012年，广东省农林牧渔、水利的CO2排放比重呈现下降趋势，2012年比重为1.64%；批发、零售业和住宿、餐饮业的CO2排放比重在4%-6%之间波动；2010年前，建筑业的CO2排放一直在1.0%-1.2%之间波动，2010年后上升至2.2%以上，2012年达2.45%。

(3) 广东省碳排放因素分析



技术进步是广东省碳排放增长最大的抑制因素，贡献约为42.9%。其中第二产业的能耗强度贡献约37.5%。

活动强度类因素对二氧化碳的增长起促进作用，贡献98.7%。

结构类因素对二氧化碳的增长起到促进作用，贡献16.2%。

注：技术类因素包含：各产业能耗强度；

结构类因素包含：能源结构和经济结构；

活动强度类包含：人均GDP、车辆产值以及居民收入；

(3) 广东省碳排放因素分析



IPM,
CAS

因素分析结果显示：

- **经济规模效应：**经济增长是广东省碳排放增长的主导因素。
- **产业结构效应：**三次产业中第二产业碳排放量最大，占生产碳排放总量的70% 以上。第三产业碳排放占比在20%~25%，第一产业占比最少，有时甚至不到总量的2%。工业内部，重工业的碳排放量大于轻工业。产业结构效应对碳排放增长整体上为负向驱动因素。
- **能源结构效应：**生产部门能源消费结构变化对碳排放的影响基本呈负向驱动作用。
- **能源强度效应：**能源强度效应对碳排放量的负向驱动作用较大，其中又以生产部门能源强度效应最为明显。
- **人口规模效应：**人口规模对碳排放量的正向驱动效应不断增强。
- **居民富裕程度效应：**人均可支配收入是广东省居民碳排放量增长最主要的推动因素。

(4) 广东省碳排放峰值情景设计



IPM,
CAS

基于“自上而下”和“自下而上”相结合的碳峰值预测方法，一方面预测广东省碳排放峰值，一方面分析各产业峰值

• 自上而下：

- 碳排放预测模型参数选择：**人口、人均GDP、碳排放强度**（包含总能源使用量、清洁能源占比、煤炭使用占化石比例、石油使用占化石比例、天然气使用占化石比例），将这3个因素拟合成STIRPAT模型，并每个因素分为3种情景（高中低）共分为27种情景，以此得出未来27种情景下各自的碳排放峰值。
- 参数：
 - 1) 人口：基准情景参考政府规划（和线性递推），其他情景在此基础上进行调整；
 - 2) 人均GDP：将广东省人均GDP现状与美国、日本等发达国家历史经济发展状况进行类比，设置其增长率，其他情景在此基础上进行调整；
 - 3) 总能源使用量：基准情景设置—依据人均用能参数进行设置，未来的参考政府相关规划以及美国、日本等发达国家的相关国际经验。其他情景在此基础上进行调整；
 - 4) 能源结构：参考广东相关能源规划；

• 自下而上：

- 主要解决各产业能耗峰值问题，主要影响因素为各产业部门GDP、总二氧化碳排放量：
 - 1) GDP分为第一产业、工业高耗能行业和非高耗能行业、第三产业；
 - 2) 二氧化碳排放量包括：第一产业、工业高耗能行业和非高耗能行业、第三产业；

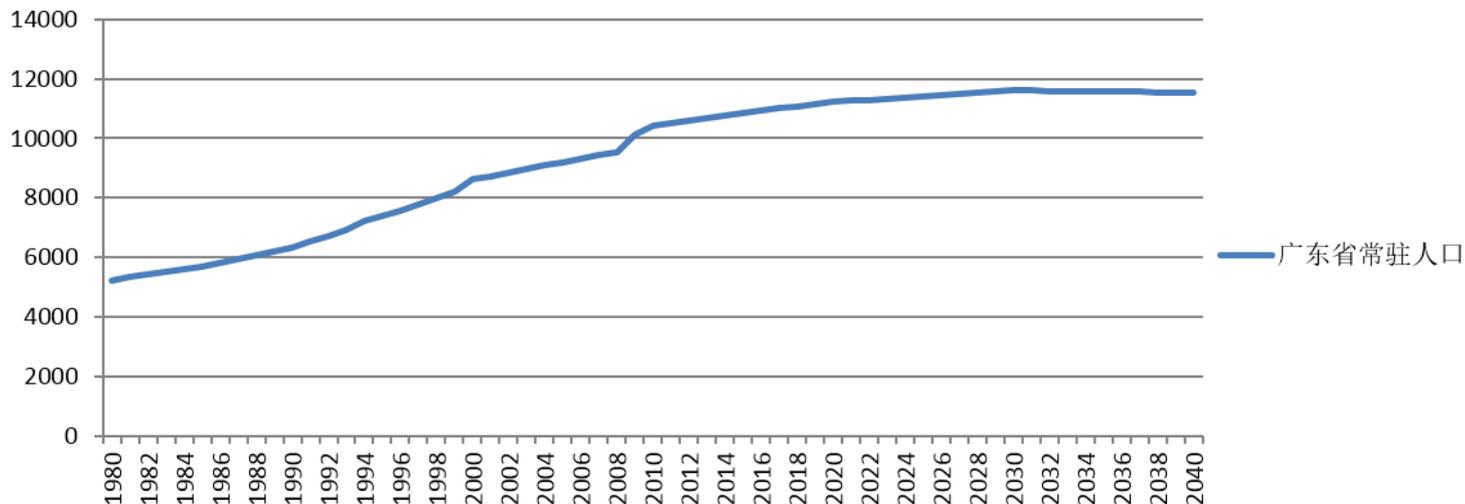
(5) 碳排放峰值关键参数设置



IPM,
CAS

• 人口

广东省常住人口



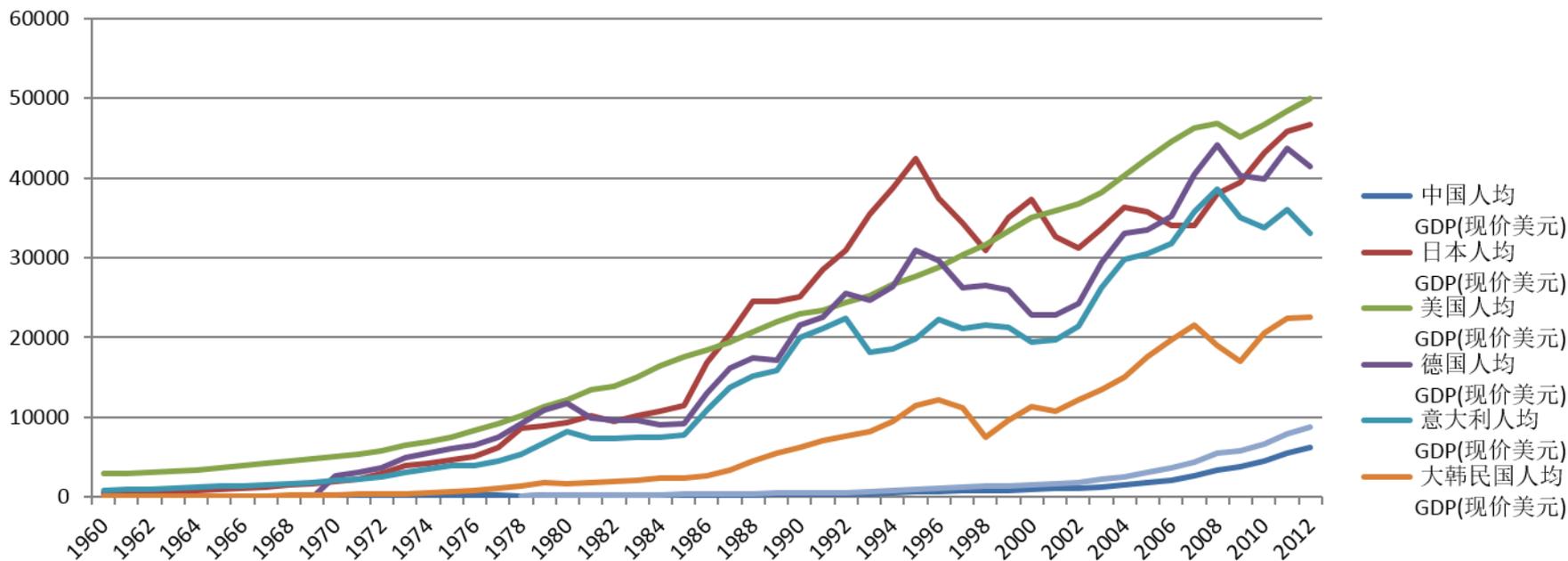
- 2020年之前广东省人口增长率来自国家人口发展规划《人口发展“十一五”和2020年规划》，由2020年全国人口总量将14.5亿的预测计算得出；
- 结合相关研究成果，2020年后随着经济发展人口增长率将逐步降低，大致在2030年前后将会达到峰值。因此，对人口增长率采用了从目前0.35%左右的水平逐步下降的假设，到2030年人口不再增长，人口总量达到峰值，此后人口为负增长，2030-2050平均增速为-0.06%左右。

(5) 碳排放峰值关键参数设置



IPM,
CAS

• 人均GDP



- 与发达国家进行类比，中国的2012年人均GDP相当于美国的1973年，日本的1977年，德国1975年，意大利1979年等；
- 而广东的人均GDP比中国的人均GDP领先3年左右；
- 因此，我们假设2040年广东的人均GDP类似发展到各发达国家相应时间的人均GDP的平均水平，2015-2040年人均增长率逐年降低，降低速率同样类比各发达国家相似水平时间段的人均GDP增长率下降速率；

• 碳排放强度

根据相关数据调研：

- 2015、2020年的碳排放强度参照广东和国家规划目标制定（见下表“中情景”）；
- 对美国、德国等发达国家历史碳排放强度数据进行分析发现，2010年的中国相当于美国1981年的碳排放强度
- 因此，参考美国2010年相对于1990年下降幅度，2020-2040年广东碳强度下降幅度设为59%

	情景	2015	2020	2040
碳排放强度 下降目标（相比 于2005年）	中	19.50%	40%	59%
	高	22%	45%	68%
	低	17%	35%	53%

• 产业结构

根据相关数据调研：

- 2015、2020年的产业结构参照广东省相关规划制定（见下表“中情景”）；
- 2010年的中国的人均GDP、产业规模发展以及结构调整情况与美国1973年类似；
- 2040年的广东产业结构相当于2003年的美国
- 因此，2040年产业结构设置为参考美国2003年相对于1973年下降幅
- 出于低碳核算的角度考虑，情景间的调整主要以二、三产调整为主

产业结构 (分别代表 一二三产百 分比)	情景	2015	2020	2040
	中	4.37, 47.5, 48.13	3.74, 45, 51.26	1, 35, 64
	高	4.33, 48.33, 47.33	3.67, 46.67, 49.67	1, 40, 59
	低	4.33, 46.67, 49	3.67, 43.33, 53	1, 30, 69



• 能源结构

- 广东省一次能源消费结构中，煤、油、气、其他能源（水能、核能、风能、太阳能和生物质能等）的比重分别从2005年的42.9%、33.8%、5.7%、17.6%调整为2010年的42.2%、30.0%、8.6%、19.2%
- 根据广东省能源“十二五”规划，2015年的能源结构中，煤、油、气、其它能源的比例为36.2:24.4:13.2:26.2，清洁能源比重由2010年的27.8%提高至39.4%；
- 未来广东省以能源结构调整为中心，进一步优化能源结构，对美国、德国等发达国家能源结构进行分析发现，2010年的广东省非化石能源比重相当于美国1990年的水平，参考美国2010年相对于1990年的增长率，设定2015-2030年广东非化石能源量年均增长率为10.6%，2030-2040年为7.5%，其占一次能源消费的比重增长至2040年的40.78%。

(5) 碳排放峰值关键参数设置

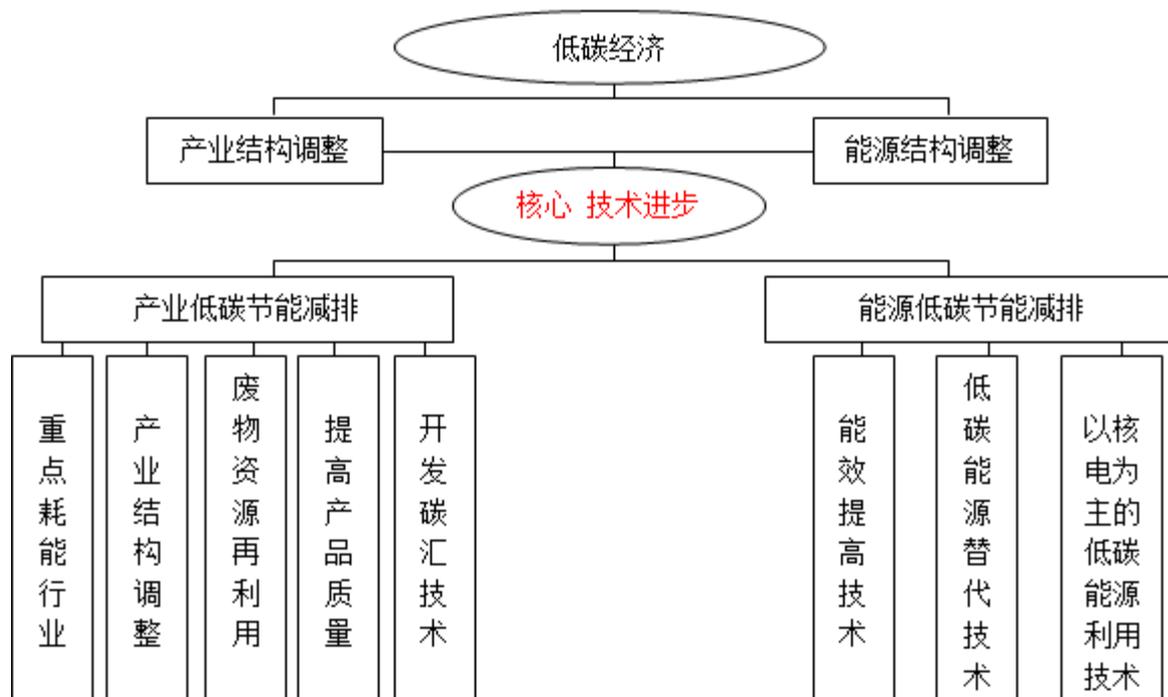


• 技术进步

- 广东省基于低碳经济模式的节能减排划体系分为产业结构调整 and 能源结构调整，核心动力定位于产业技术进步和能源技术进步，进而体现在能源效率的提高上。

钢铁行业：2015年吨钢综合能耗达到国际最先进水平，2020年在国际最先进水平上进一步考虑学习曲线效应，单位产品能耗会由于产业的逐渐成熟和工人对生产流程的熟悉而进一步下降。

交通运输：未来广东省交通行业的节能减排潜力主要在技术进步引起的交通工具单耗下降为主，如公路运输部门，大力推广节能内燃机、混合动力、轻量化车身、低附属设备能耗等节油技术；研制、推广电动汽车、燃料电池、替代燃料汽车，提高技术和经济性能。



(5) 广东省能耗峰值分析

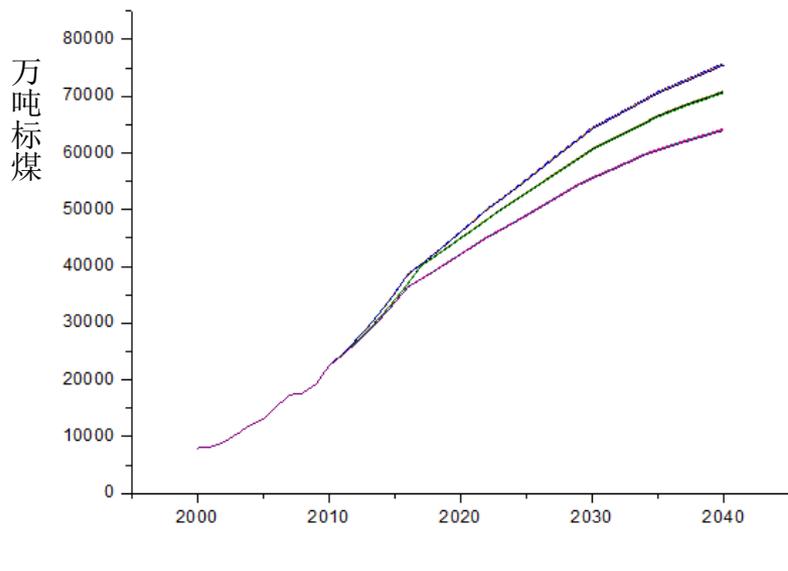


图 广东省未来总能耗情况

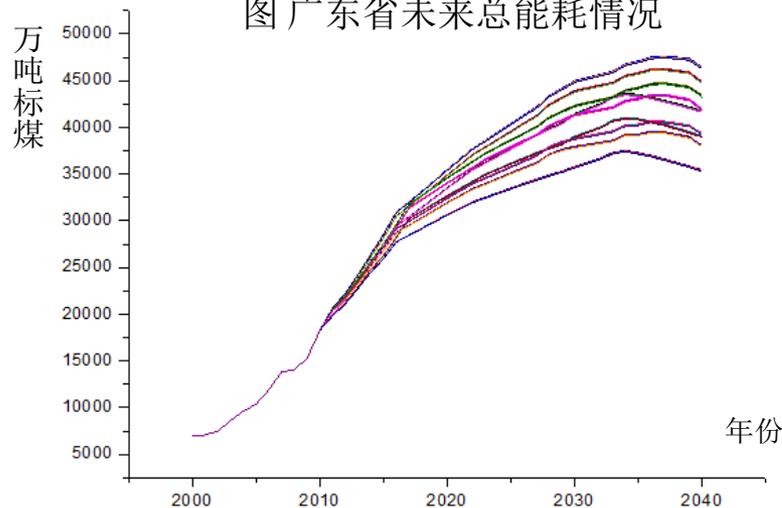


图 广东省未来化石能耗情况

• 从总能耗来看

- 2000-2040年间，广东省能源消耗总量（包括化石能源和非化石能源，其中非化石能源包含核电和水电等）在不断增加，各种情景下没有出现总能耗峰值。
- 到2040年，经济处于高速发展情景下，其能耗总量预计达到7.5亿吨标煤；经济处于较低发展，且采取较好的低碳发展措施的情景下，其能耗总量预计达到6.4亿吨标煤；

• 从化石能源能耗来看

- 2000-2040年间，由于广东省非化石能源占比不断提高，化石能源消耗占比在逐年降低，化石能源消耗将出现峰值。峰值量出现在3.8-4.7亿吨标煤；
- 峰值在3.9-4.4亿吨左右的情景数量最多，达到18个，占全部情景的66.7%左右；
- 从时间上看，出现峰值的时间出现在2034-2037年间；峰值在2036年之前出现的可能性达到55.6%

(5) 广东省碳排放峰值分析



IPM,
CAS

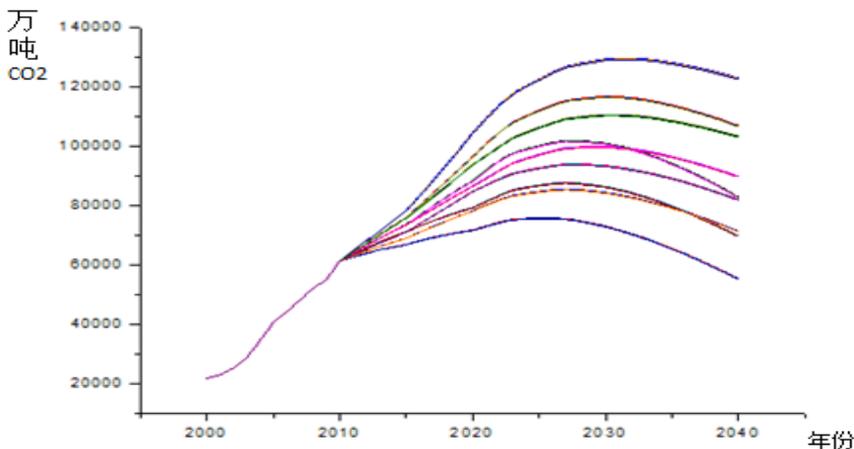


图 广东省未来碳排放情况碳排放

- 从碳排放峰值规模上看
 - 碳排放峰值量出现在7.5-12.9亿吨，主要集中在9-11亿吨CO₂；
 - 碳排放峰值在9-11亿吨左右的情景数量最多，达到12个，占全部情景的44.4%左右；
 - 在峰值阶段，人均用能达到5.38tce左右，人均GDP达到2万美元左右，人均排碳量达到8.16t。

- 从时间维度上看

- 从整体上看，出现碳排放峰值的时间出现在2026-2032年间；
- 碳排放峰值在2030年之前出现的可能性达到88.89%，其情景个数达到了24个（共27个）；

从情景发生的路径来看

- 经济处于高速发展，且采取较低低碳措施的情景，所达到的碳峰值量大，且峰值时间出现较晚。
- 经济处于较低发展，且采取较好的低碳发展措施的情景，其碳峰值量较小，且峰值时间出现较早。

峰值量：万吨

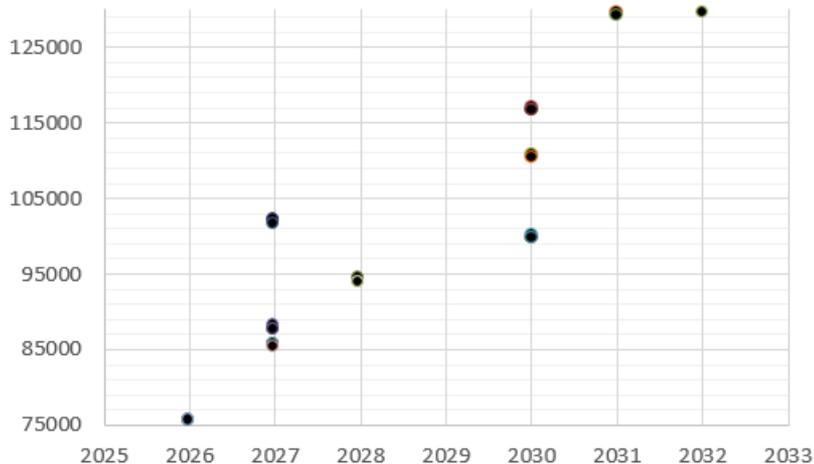


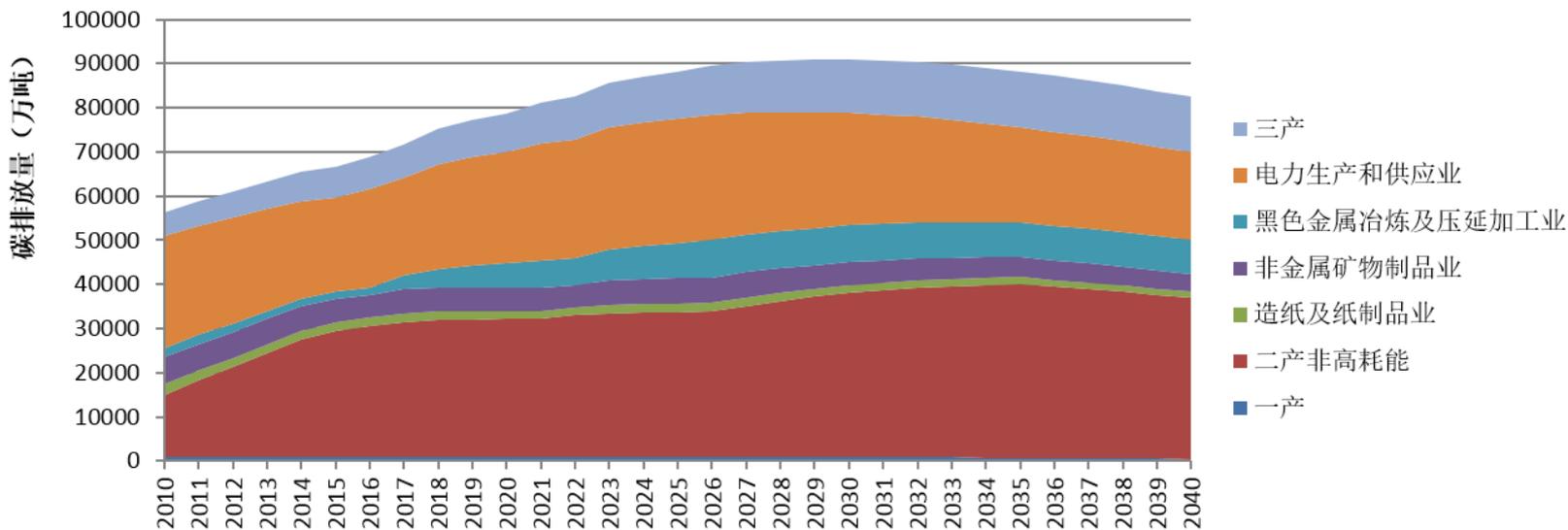
图 广东省碳峰值分布

(6) 广东省碳排放情景结果-各产业排放



IPM,
CAS

最可能情景-各产业碳排放峰值



产业	峰值 (万吨)	峰值时间	
一产	1016.1	2023	
工业	电力行业	28294	2026
	黑色金属	8497.14	2027
	非金属矿	5767.46	2026
	造纸业	1966.75	2026
	非高耗能	39388.5	2035
第三产业	12646.7	2037	

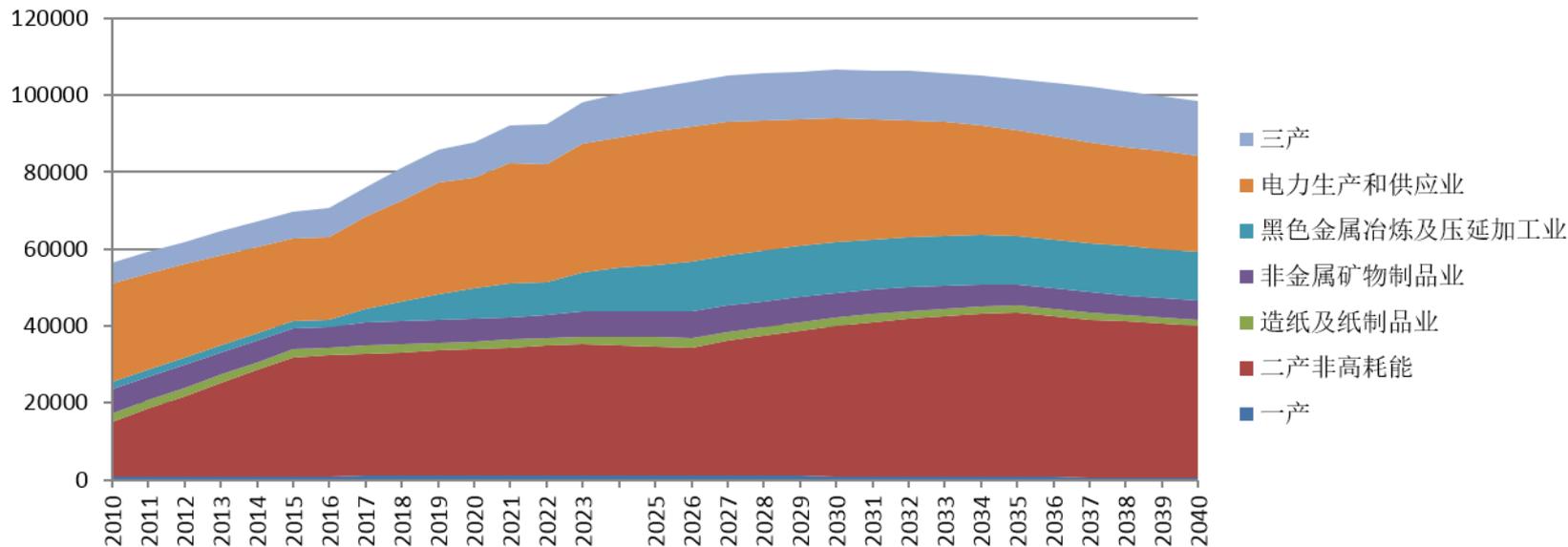
- 最可能情景是指综合考虑各因素发生的概率与结果统计等因素，出现可能性最大的情景；
- 该情景下，广东省碳排放峰值出现的时间为2030年，峰值大小为9.97亿吨；
- 该情景下，从行业层面看，一产与二产高耗能行业出现峰值时间早于广东省碳峰值达到时间，一产出现峰值时间最早，时间为2023年，峰值为0.1亿吨；二产出现峰值时间集中在2026年与2027年，其中电力行业的峰值最大，达到2.8亿吨；二产非高耗能与三产峰值时间滞后于广东省碳峰值达到时间，时间分别为2035年与2037年，峰值大小分别为3.9亿吨与1.2亿吨；

(6) 广东省碳排放情景结果-各产业排放



IPM,
CAS

非低碳情景-各产业碳排放峰值



产业	碳峰值 (万吨)	峰值时间
一产	1090.75	2023
工业	电力行业	34704
	黑色金属	13191
	非金属矿	6964.74
	造纸业	2323.09
	非高耗能	41895
第三产业	12646.7	2037

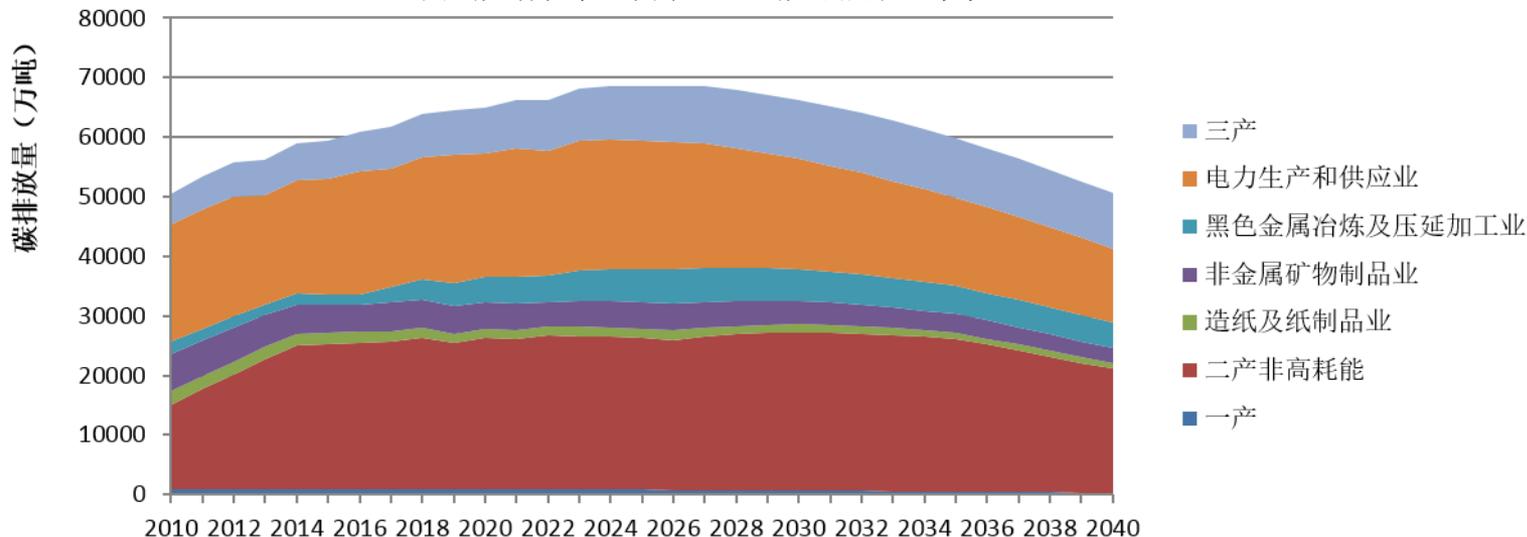
- 非低碳情景是指更加侧重经济发展的情景；
- 该情景下，区域碳排放峰值出现的时间为2032年，峰值大小为12.97亿吨；
- 该情景下，从行业层面看，一产与二产高耗能行业出现峰值时间早于广东省碳峰值达到时间，一产出现峰值时间最早，时间为2023年，峰值为0.1亿吨；二产高耗能行业出现峰值时间早于广东省碳峰值达到时间，集中在2026年至2028年；其中，电力行业的峰值最大，达到3.47亿吨。二产非高耗能与三产晚于广东省碳峰值达到时间，时间分别为2036年与2037年，峰值大小分别为4.19亿吨与1.26亿吨；

(6) 广东省碳排放情景结果-各产业排放



IPM,
CAS

低碳情景-各产业碳排放峰值



产业	碳峰值 (万吨)	峰值时间
一产	841.89	2016
工业	电力行业	21820.1
	黑色金属	5709.59
	非金属矿	4453.05
	造纸业	1535.68
	非高耗能	26593.2
第三产业	10050.1	2032

- 低碳情景是相比较而言，经济发展速度放缓，更加侧重低碳节能发展的情景；
- 该情景下，区域碳排放峰值出现的时间为2026年，峰值量为7.55亿吨；
- 该情景下，从行业层面看，一产与二产高耗能行业出现峰值时间早于广东省碳峰值达到时间，一产出现峰值时间最早，时间为2016年，峰值为0.84亿吨；二产高耗能行业出现峰值时间早于广东省碳峰值达到时间，集中在2023年至2027年；其中，电力行业的峰值最大，达到2.18亿吨。二产非高耗能与三产晚于广东省碳峰值达到时间，时间分别为2030年与2032年，峰值大小分别为2.66亿吨与1.01亿吨；

(6) 广东省碳排放情景结果-各产业排放



IPM,
CAS

综合分析：

- ◆ 从整体上看，生产不集中、能耗水平越高的部门出现碳排放峰值的时间早于区域整体峰值出现的时间，如农业及高耗能部门；
- ◆ 从行业峰值出现的时间看：
 - 高耗能部门（电力行业、黑色金属、非金属矿、造纸业）出现峰值的时间早于非高耗能部门；
 - 注重低碳发展出现峰值的时间早于其他情景，如电力行业低碳情景下出现峰值时间为2023年，最可能情景和非低碳情景分别为2026、2027年；
- ◆ 从峰值规模上看：
 - 受经济结构转变的影响，从单一部门来看，非高耗能工业部门及第三产业出现的峰值反而比工业高耗能部门（电力行业、黑色金属、非金属矿、造纸业）更大
 - 不同情景间，注重低碳发展的情景出现的峰值在规模上小于非低碳发展情景，如电力行业低碳情景下排放二氧化碳2.18亿吨，而非低碳情景为3.47亿吨，基准情景为2.83亿吨

4. 结论与建议



- **研究二氧化碳排放达峰值规律，探索更为低碳的发展目标和路径**
 - 广东省二氧化碳排放峰值时间比全国略有提前
 - 总体来看，二氧化碳排放峰值出现在2026-2032年之间，各情景下相差7-8年
 - 广东省工业部门的二氧化碳排放峰值早于全省二氧化碳排放峰值
 - 低碳情景下，广东省工业部门2030年左右基本都达到峰值之后，第三产业（包含交通和建筑部门）的二氧化碳排放仍有较长时间的持续增长
- **把握二氧化碳排放峰值的规律和条件，研究并确立积极的二氧化碳排放峰值目标**
 - 广东省由于非化石能源（核电等）的大力发展，能源消费量峰值时间滞后于二氧化碳排放峰值时间
 - 峰值预测是为了分析经努力可实现的积极目标，设计排放路径，落实保障措施，形成“倒逼”机制
 - 中国应发挥后发优势，探索比发达国家更为低碳的发展路径，实现峰值的时间可略早于发达国家峰值时的发展阶段，人均二氧化碳排放峰值水平也应比欧盟，日本的水平更低

5. 下一步工作



- 自上而下与自下而上的相关印证;
- 各种碳排放峰值情景对应下广东省宏观经济发展的影响分析;
- 进一步分析各种碳排放峰值情景下能源结构调整、产业结构调整（第二产业内部行业结构调整）、能源效率进步、碳汇不同技术、措施对广东省碳排放峰值出现情况的影响和相应的经济影响，提出如何有效控制减缓峰值达到的时间和峰值量建议;
- 综合研究碳税和碳交易等试点和拟开展的经济手段与现有情景考虑要素组合作用下对广东省碳排放峰值量和时间的影响分析;
- 将广东省碳排放峰值研究与治理灰霾等环境问题结合，研究煤炭消费总量和二氧化碳排放总量可控性目标



感谢美国能源基金会、布莱蒙基金会、
英国SPF项目、中科院碳专项提供的支持

谢谢关注，
敬请指正！

