

中国低碳发展报告2017

张希良

清华大学能源环境经济研究所

2017年6月29日

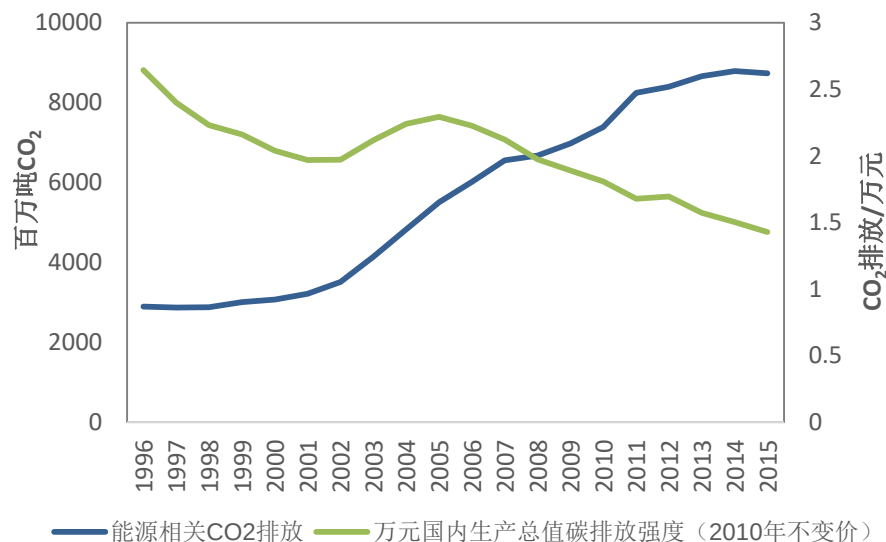
目录

- **I “十二五” 回顾**
 - B.1 “十二五” 低碳发展回顾
 - B.2 国家低碳发展目标的地方政府行为转化—以遵义市为例
- **II 低碳发展展望**
 - B.3 中国2050年低碳能源经济转型路径
- **III 碳市场**
 - B.4 中国碳排放权交易市场建设
- **IV 《巴黎协定》后的形势**
 - B.5 全球气候治理新机制与我国经济的低碳转型
 - B.6 后巴黎时代对中国的启示
- **V 低碳指标篇**
 - B.7 方法与数据
 - B.8 低碳发展指标

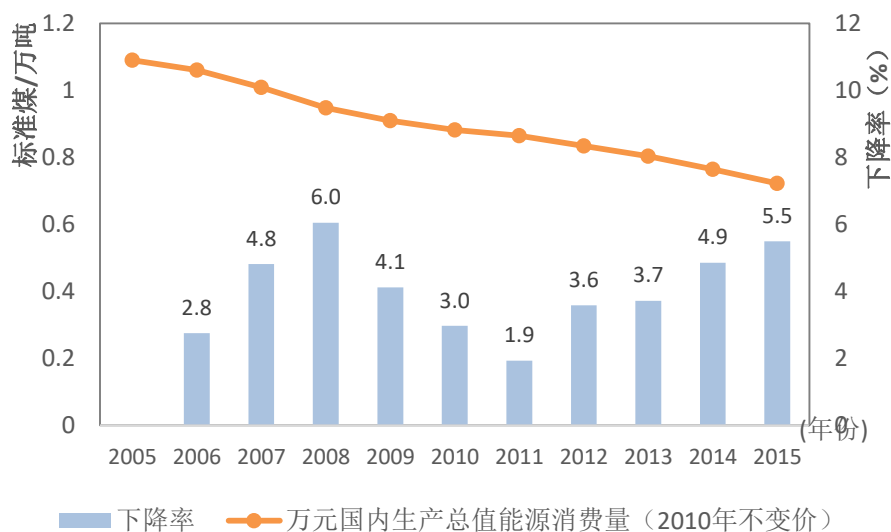
| “十二五” 低碳发展回顾

一 低碳发展进入深刻变革新阶段

1. 经济发展进入新常态，2013年以来碳排放增长减缓
2. 节能减碳目标顺利完成，强度下降迈入快车道



中国能源相关的碳排放变化趋势



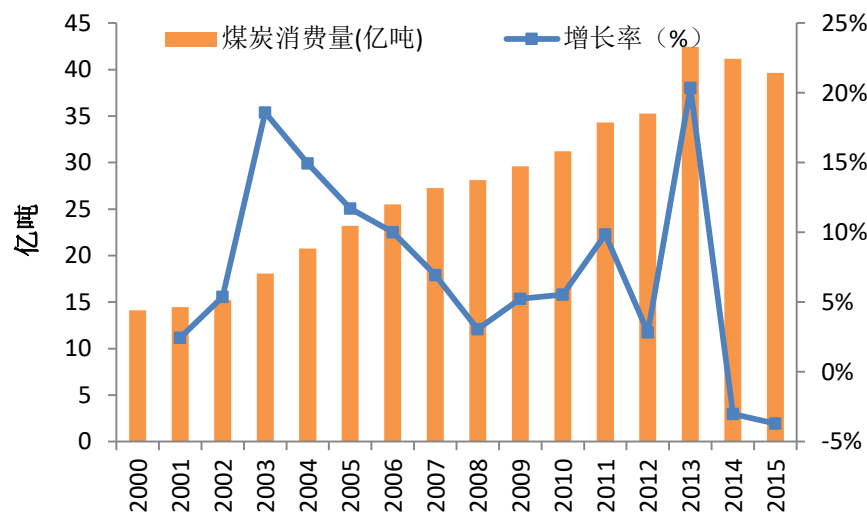
2005-2015年中国能耗强度及其下降率的变化

一 低碳发展进入深刻变革新阶段

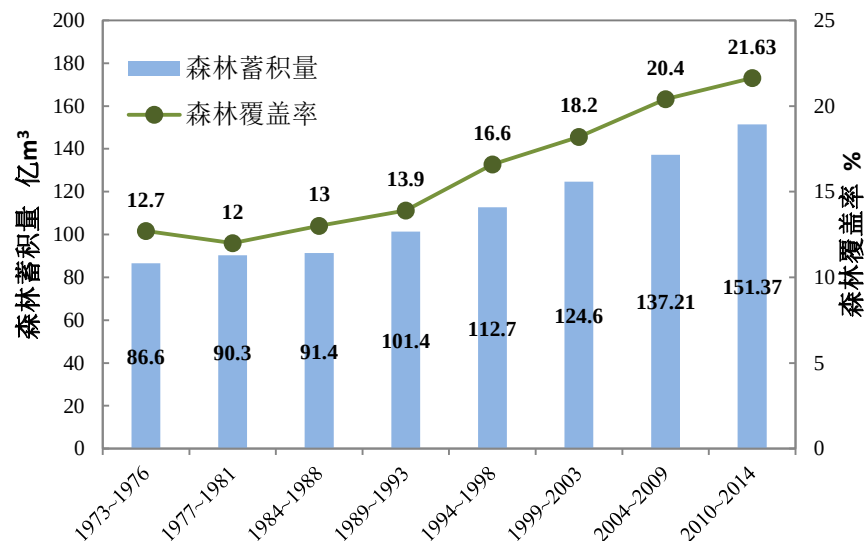
3. 能源结构低碳化变革，煤炭峰值已经到来

从实物量来看，煤炭消费在**2013年**达到峰值；从热值计算，煤炭消费在**2014年**达到峰值

4. 森林碳汇持续增加，林业碳汇战略得以巩固



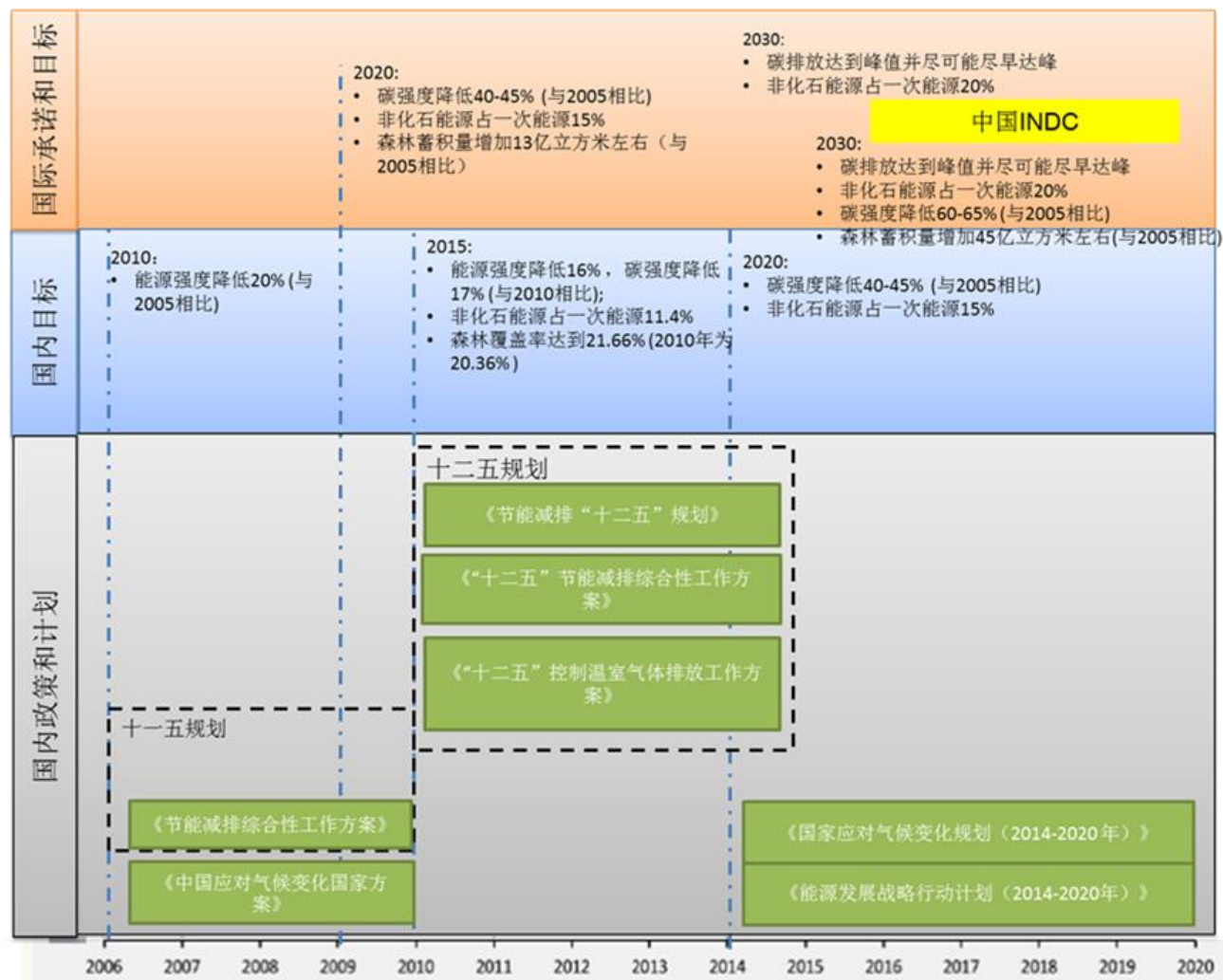
2000-2015年煤炭消费量与增长率



历次森林清查中国森林覆盖率和蓄积量的变化

二 低碳发展政策与制度取得重大进展

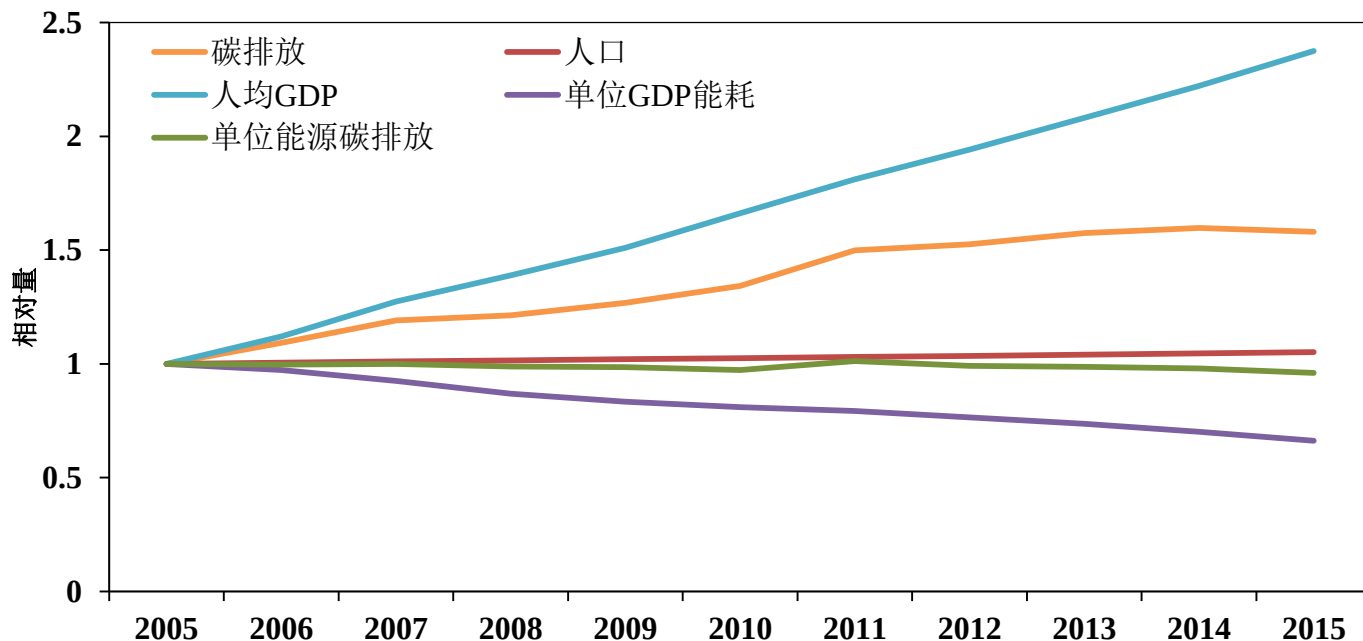
1. 建立气候变化政策体系，积极推进全球气候治理
2. 低碳发展制度建设呈现新亮点
 - 强度控制制度化
 - 低碳试点体系化
 - 碳交易试点规范化
 - 温室气体统计常态化



中国在气候变化领域的国际承诺、国内目标及政策

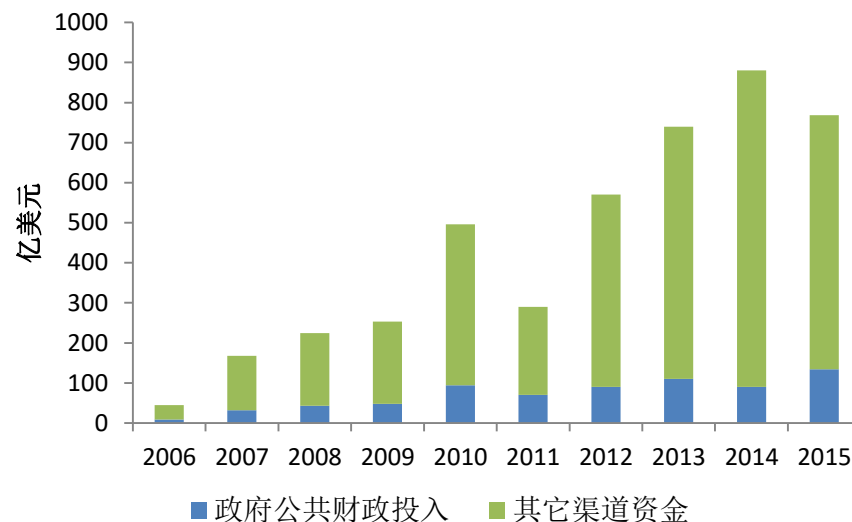
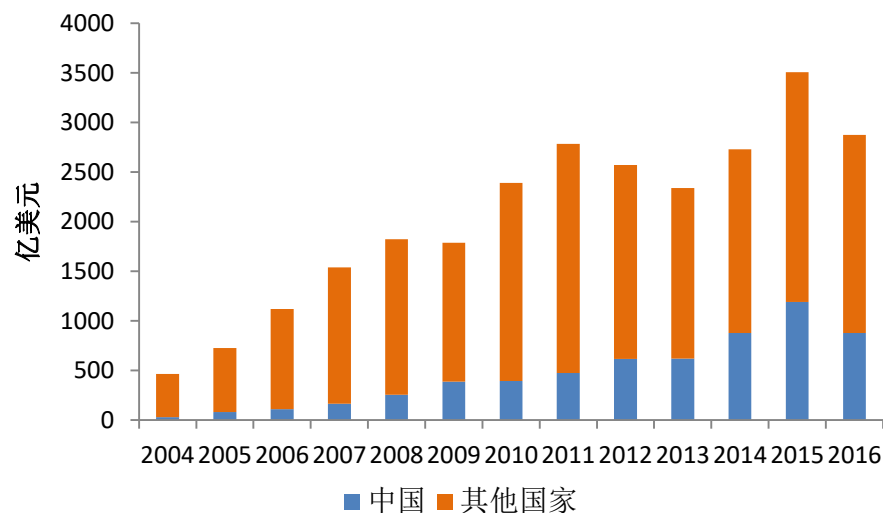
三 “十二五” 期间中国低碳发展的主要特征

1. 经济转型成为驱动低碳发展的主要因素
2. 雾霾治理与低碳发展呈现政策协同效应
3. 消纳问题成为可再生能源发展的制约因素



2005-2015年中国碳排放增长的驱动力变化情况

四 “十二五”时期低碳投融资



数据来源: Bloomberg New Energy Finance, 2017.

2001-2016年全球清洁能源领域融资

2006-2015年中国能效领域投资

“十二五”时期，可再生能源与能效融资高速增长

五 展望“十三五”

- “十三五”时期，不同部门之间政策协调的重要性凸显。急需用低碳政策作为引领，整合不同领域内的相关政策，优化现有的政策体系。
- “十二五”时期，传统的行政手段带来的减排潜力已经在降低。“十三五”时期，将进一步探索引入市场机制进行政策创新。
- 需要建立全面跟踪政策实施并评估政策效果的体系

国家低碳发展目标的地方政府行为转化

——以遵义市为例

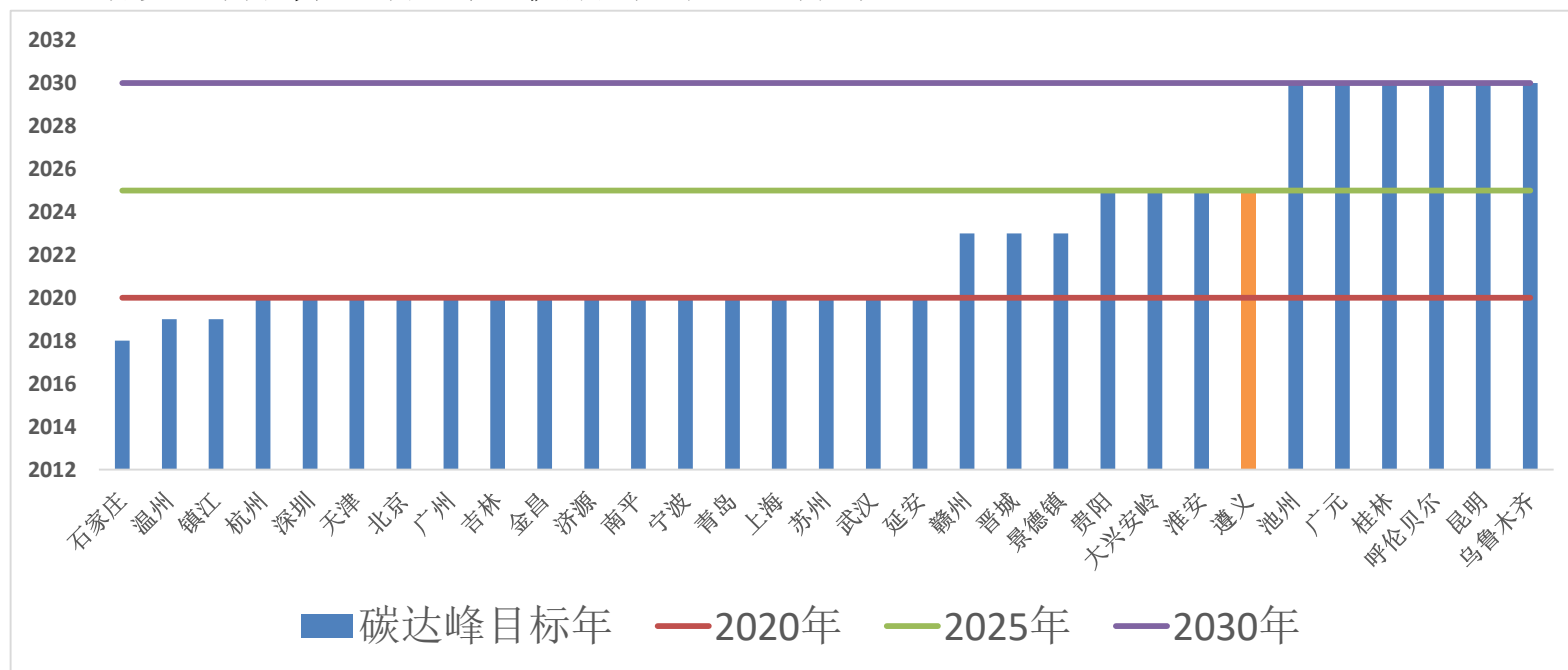
中国低碳发展目标

文件	目标年	发展目标
《中华人民共和国国民经济和社会发展第十二个五年规划纲要》（2011年）、《“十二五”控制温室气体排放方案》（2012年）	2015年	• 单位国内生产总值二氧化碳排放比2010年下降17% • 单位国内生产总值能耗比2010年下降16% • 非化石能源占一次能源消费比重达到11.4% • 新增森林面积1250万公顷 • 森林覆盖率提高到21.66% • 森林蓄积量增加6亿立方米
《国家应对气候变化规划（2014-2020年）》（2014年）	2020年	• 单位国内生产总值二氧化碳排放比2005年下降40%-45% • 非化石能源占一次能源消费的比重到15%左右 • 森林面积和蓄积量分别比2005年增加4000万公顷和13亿立方米
《强化应对气候变化行动——中国国家自主贡献》（2015年）	2030年	• 二氧化碳排放达到峰值 • 单位国内生产总值二氧化碳排放比2005年下降60%-65% • 非化石能源占一次能源消费比重提高到20%左右 • 森林蓄积量比2005年增加45亿立方米左右 • 全面提高适应气候变化能力

主要目标包括单位国内生产总值能耗下降幅度、单位国内生产总值二氧化碳排放下降幅度、非化石能源占一次能源比重、森林面积与蓄积量、二氧化碳排放达峰年份

中国低碳试点城市概况

- 大部分试点城市提出了早于全国2030年碳排放达峰的目标，其中，东部地区试点提出的达峰时间整体上早于中西部地区
- 在非化石能源占比和森林覆盖率方面，由于在实际执行中并没有分解落实到各省，各试点执行效果差别很大



低碳试点城市碳排放达峰目标年份

遵义市和国家低碳发展目标比较

指标	2015年（与2010相比）		2020年（与2005相比）		2030年（与2005相比）	
	国家目标	遵义目标	国家目标	遵义目标	国家目标	遵义目标
单位生产总值二氧化碳排放	-17%	-22%以上	-40%-45%	-55%以上	-60%~65%	-70%以上
单位生产总值能源消耗强度	-16%	-20%以上	/	/	/	/
第三产业比重	/	42%以上	/	47%以上	/	/
森林覆盖率	21.66%	50%	/	55%	/	/
非化石能源占一次能源消费比重	11.4%	32%	15%左右	34%	20%左右	/
碳排放达峰	/	/	/	/	达峰	2025年达峰

主要结论

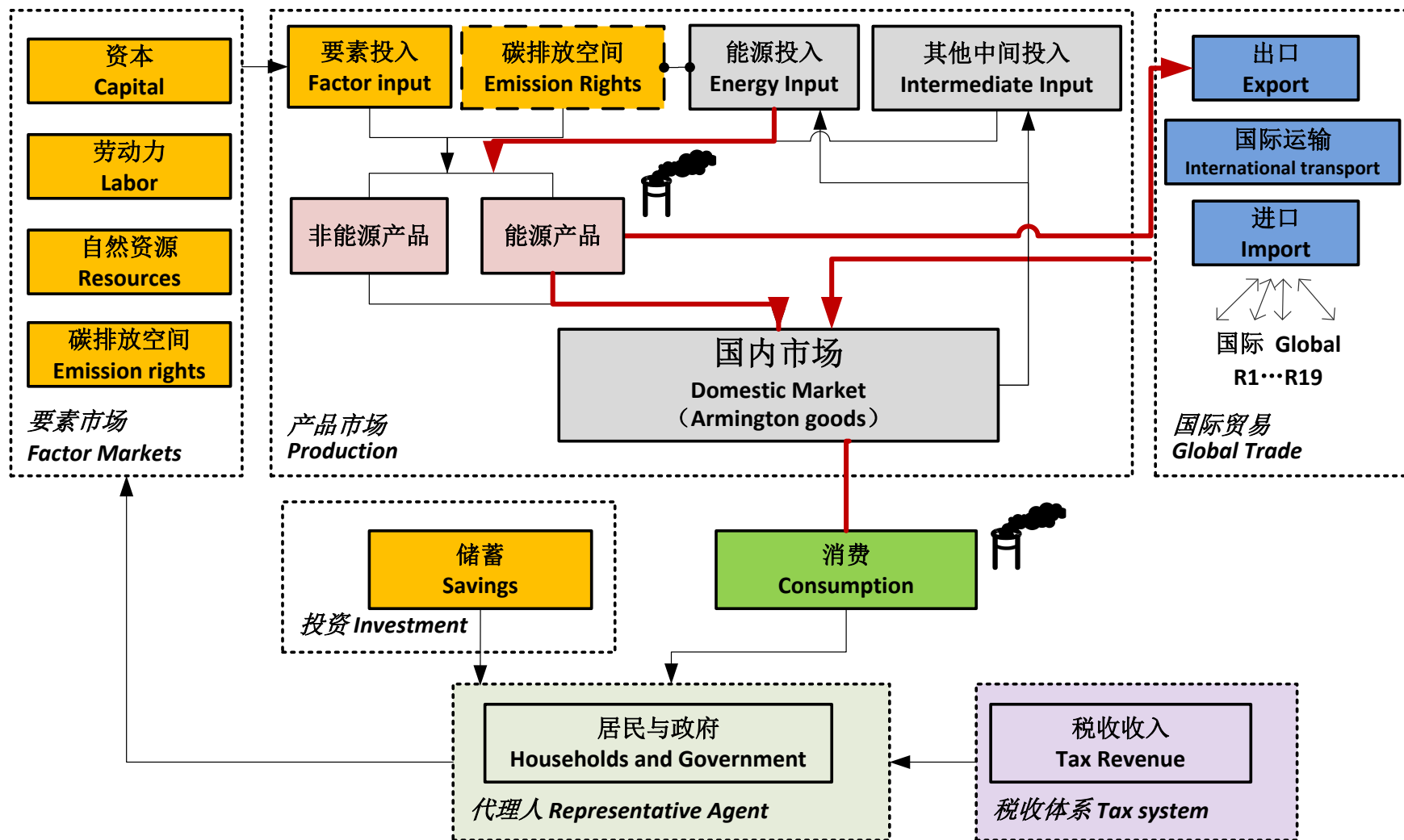
- 试点城市结合多种政策工具，基本完成了国家低碳发展的相关目标，在碳汇、低碳生产、低碳交通方面的部分指标超额完成了国家目标
- 从试点城市的经验来看，低碳发展更多体现在理念层面，具体表现为相关政策的“政策打包”
- 试点城市的低碳发展缺少目标约束和激励机制，执行动力不足
- 以项目形式践行低碳试点建设，持续性不足，融资困难
- 执行部门对低碳的认知存在较大差异，部门间配合难

II 中国2050年低碳能源经济转型路径

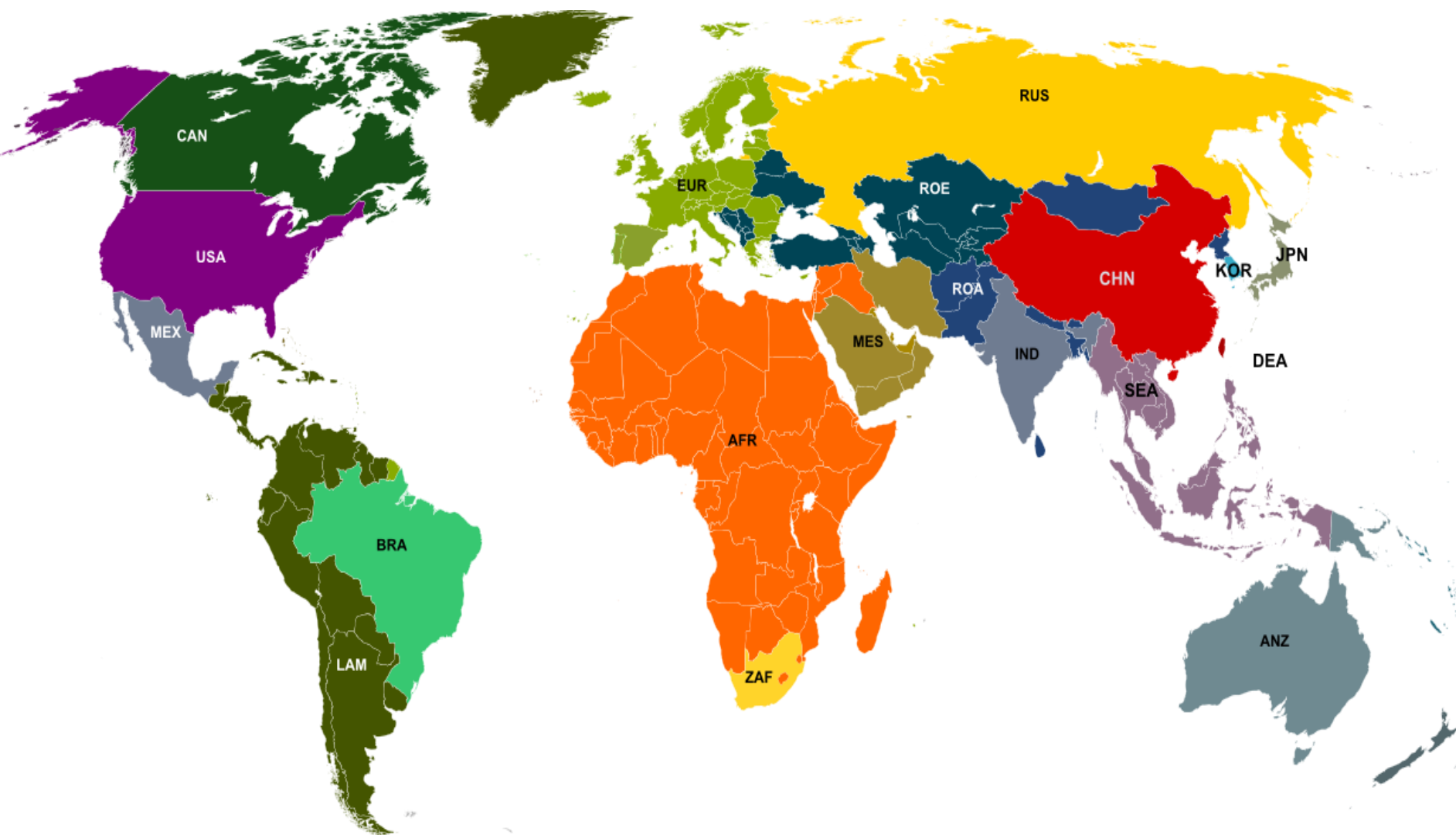
情景分析的方法

1. 预设低碳发展转型目标，倒逼转型路径，采用多情景模拟实验的方法，对路径的不确定性与可行性进行科学评估；
2. 采用可计算一般均衡模型框架，充分反映经济系统部门之间的关联关系、主要产品和要素的供需特点和价格形成机制；
3. 从全球的视角研究中国的低碳发展转型问题，考虑我国经济与其他经济体之间的贸易关联关系；
4. 识别低碳发展转型政策及政策实施付出的代价。

清华大学可计算一般均衡模型(C-GEM)



模型中的区域划分



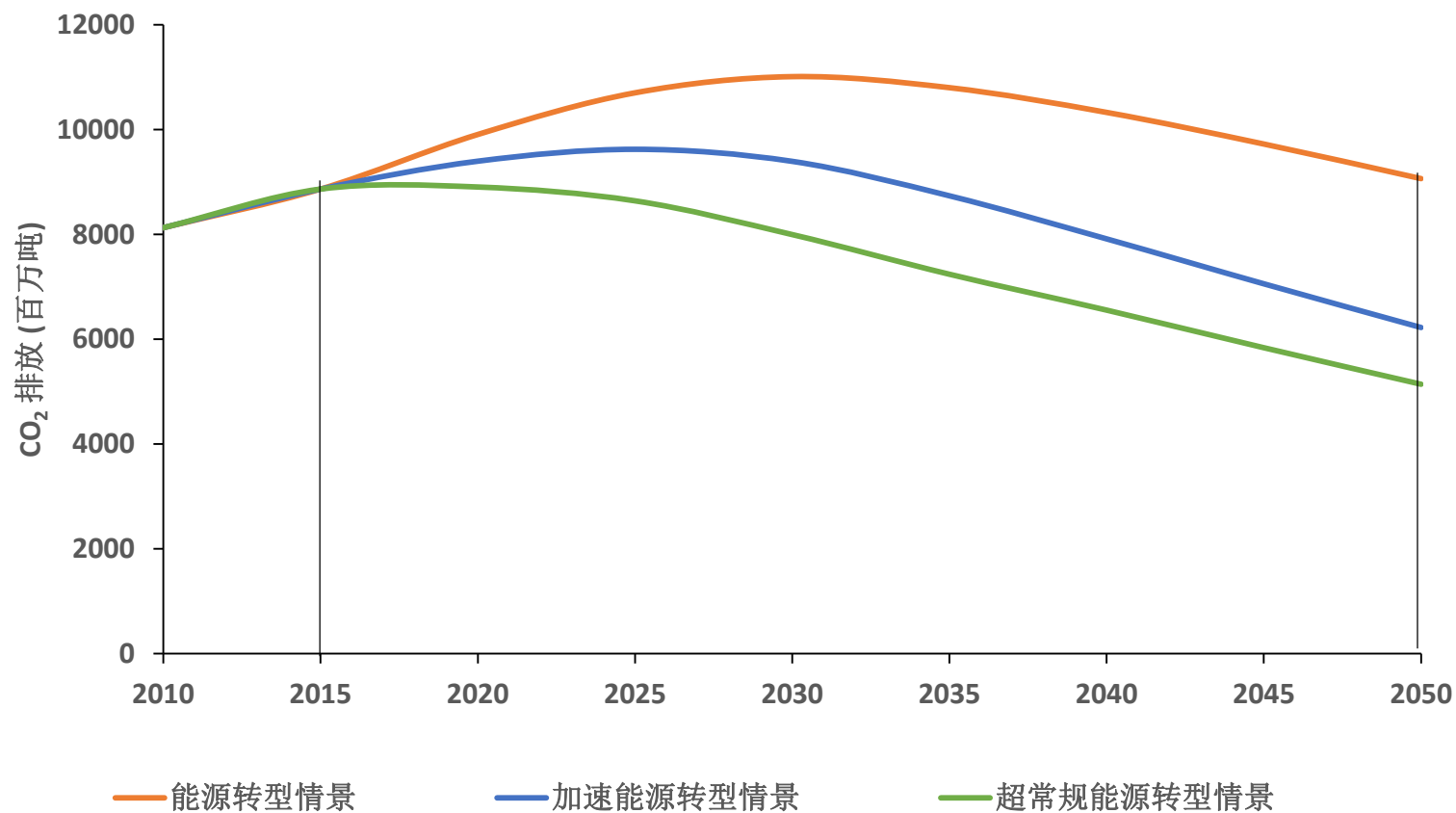
模型19个区域

模型中的部门划分

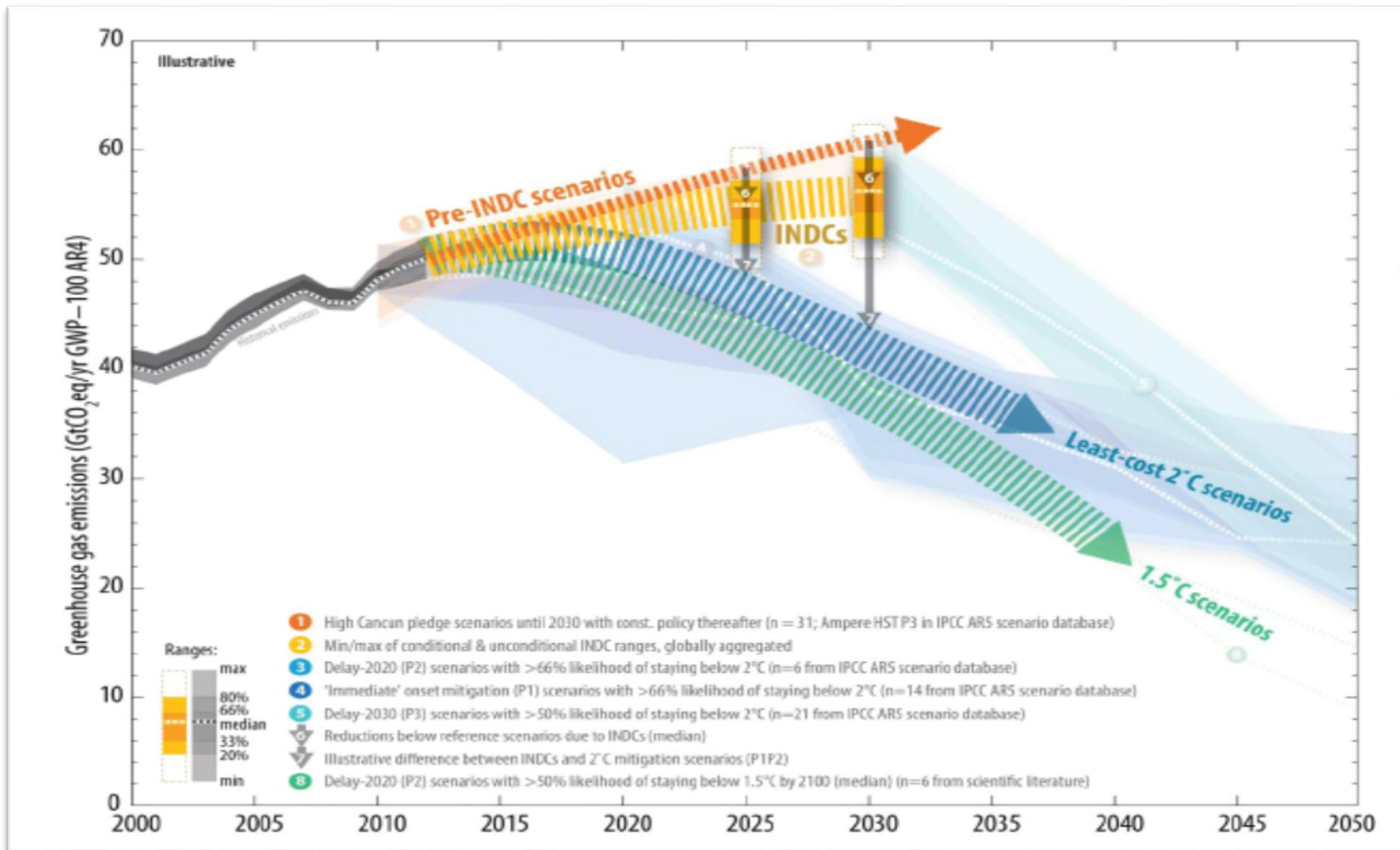
种类	部门	描述
农业部门	农业 (AGR)	Crops, Forest, Live stocks
能源部门	煤炭 (COAL)	Mining and agglomeration of hard coal, lignite and peat
	原油 (OIL)	Extraction of petroleum
	天然气 (GAS)	Extraction of natural gas
	成品油 (ROIL)	Refined oil and petro chemistry product
	电力 (ELEC)	Electricity production, collection and distribution
高耗能部门	非金属 (NMM)	Cement, plaster, lime, gravel, concrete
	钢铁(I&S)	Manufacture and casting of basic iron and steel
	有色金属(NFM)	Production and casting of copper, aluminum, zinc, lead, gold, and silver
	化工 (CRP)	Basic chemicals, other chemical products, rubber and plastics products
其他工业部门	食品加工业 (FOOD)	Manufacture of foods and tobacco
	采矿业 (Mining)	Mining of metal ores, uranium, gems. other mining and quarrying
	电子装备制造业 (ELE)	Electronic equipment
	交通装备制造业 (TEQ)	Transport equipment
	其他机械 (OME)	Other machinery
	纺织业 (TWL)	Textiles, wearing apparel, leather products
	建筑业(CNS)	Construction
服务业部门	其他工业 (OTHR)	Other industries
	交通运输业 (TRAN)	Water, air and land transport, pipeline transport
	公共服务 (SER)	Communication, finance, public service, and other services
消费部门	房地产业(DWE)	Dwellings
	政府消费 (GOV)	Government
	家庭消费 (HH)	Household

21个生产部门、2个消费部门

二氧化碳排放趋势

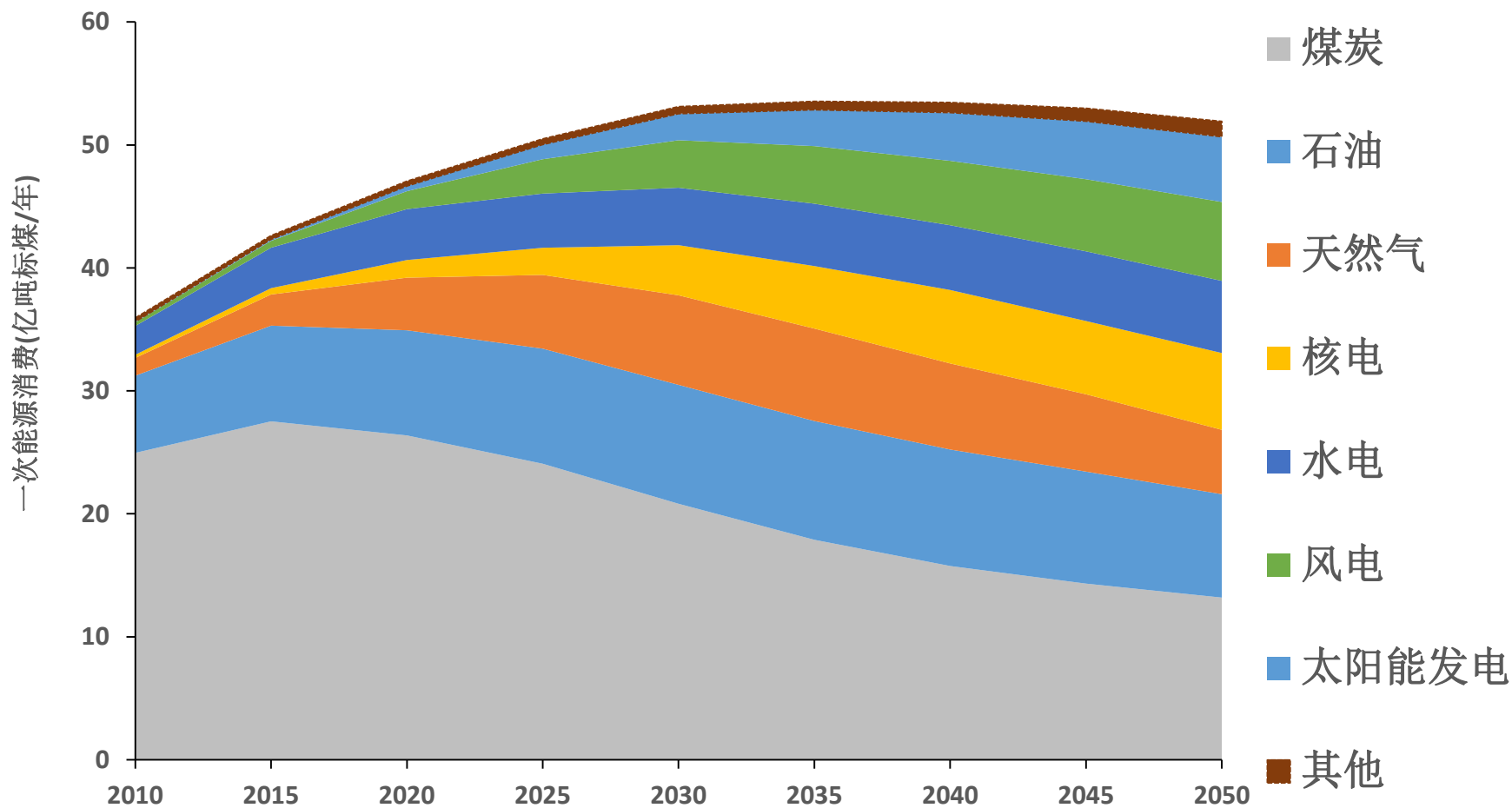


超常规转型情景才与全球温控目标路径一致



数据来源: UNFCCC, 2016

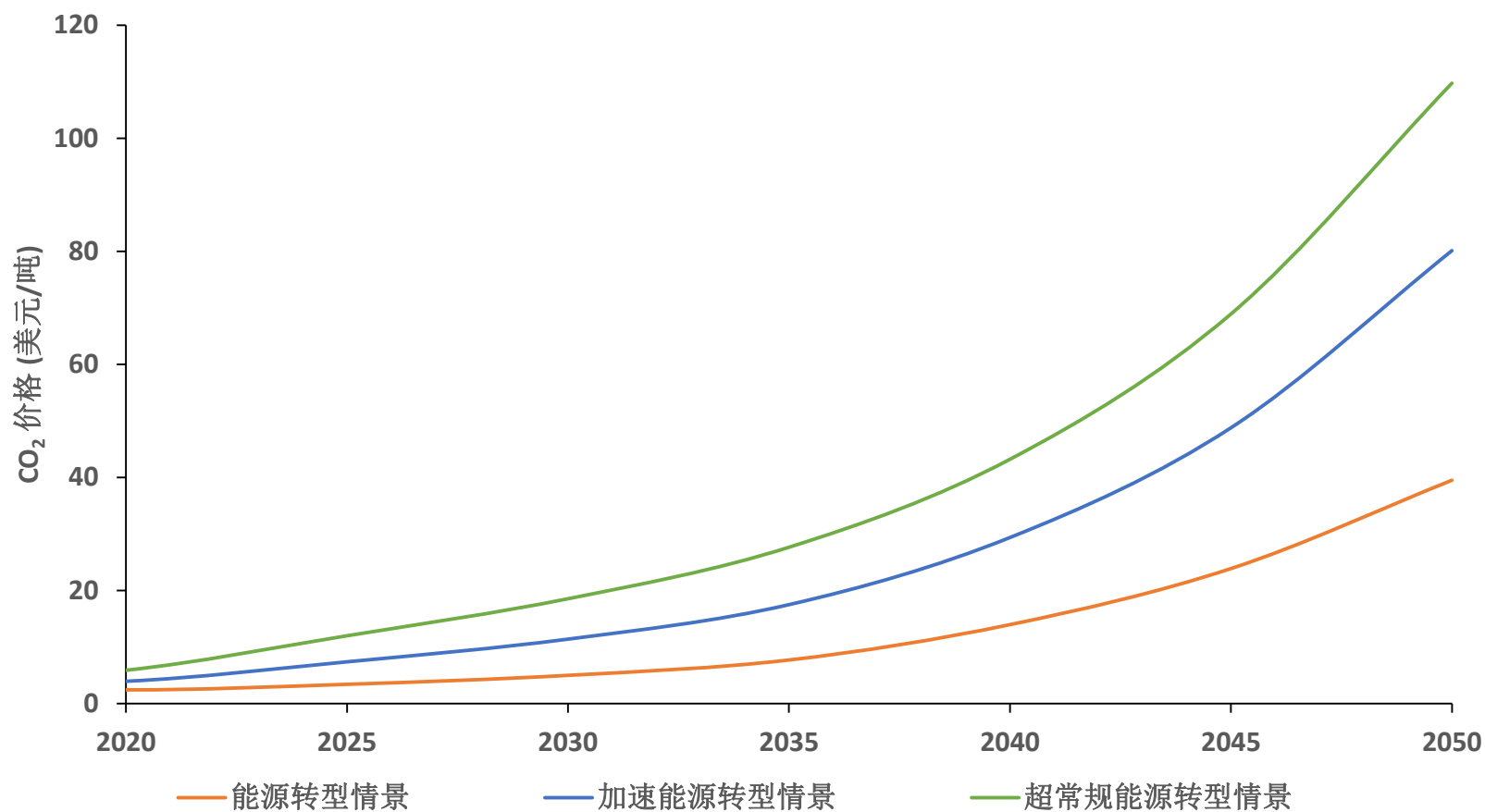
一次能源消费结构



能源系统超常规转型路径

项目	单位	2015	2020	2030	2050
能源消费总量	亿吨标煤	43.0	47.0	53.1	51.9
总用电量	亿千瓦时	56933	66100	88202	110136
煤炭	亿吨	38	37	29	18
天然气	亿立方米	1931	3217	5476	3936
核电	亿千瓦	0.3	0.6	1.8	2.9
水电	亿千瓦	3.2	3.5	4.1	5.4
风电	亿千瓦	1.3	2.2	6.1	10.7
太阳能发电	亿千瓦	0.4	1.2	6.3	16.2

碳价机制



主要结论

1. 要实现2°C 温控目标要求，要求中国能源系统进行超常规转型，二氧化碳排放总量2020年达峰，以后还会出现较大幅度的下降，2050年碳排放量与2015年相比下降40%左右；
2. 中国未来的能源消费总量有望在2030年达到峰值，约53亿吨标准煤左右，以后出现下降的趋势；
3. 中国能源系统实现超常规转型，需要强有力的驱动政策，碳价水平2020年在6美元/吨左右，2030年在20美元/吨左右，2050年达到100美元/吨左右；
4. 能源消费需求和转型的不确定性：技术、经济结构和增长率。

III 中国碳排放权交易市场建设

碳市场试点制度比较

试点地方	立法形式	覆盖行业	纳入门槛	配额分配方法	CCER 抵消比例	处罚措施
北京	地方人大立法《关于北京市在严格控制碳排放总量前提下开展碳排放权交易试点工作的决定》； 地方政府规章《北京市碳排放权交易管理办法（试行）》	工业：电力、热水、水泥、石化等；服务业；交通运输业	2013-2015 年 CO2 排放 ≥ 10000 吨/年； 2016 年 CO2 排放 ≥ 5000 吨/年	历史排放法、历史排放强度法、行业基准法（针对新增设施）	不超过配额的 5%，其中来自本地项目的 CCER 占 50%以上	3-5 倍罚款
上海	地方政府规章《上海市碳排放管理试行办法》	工业：钢铁、石化、化工、电力、有色、建材、造纸、橡胶、化纤； 非工业：航空、港口、机场、铁路、商业、宾馆、金融、水运	工业：综合能耗 $\geq 10000\text{tce/年}$ 或 CO2 排放 ≥ 20000 吨/年； 交通：航空、港口行业综合能耗 $\geq 5000\text{tce/年}$ 或 CO2 排放 ≥ 10000 吨/年；水运行业综合能耗 $\geq 50000\text{tce/年}$ 或 CO2 排放 ≥ 100000 吨/年； 建筑综合能耗 $\geq 5000\text{tce/年}$ 或 CO2 排放 ≥ 10000 吨/年	历史排放法、行业基准法	不超过配额的 5%	5-10 万元罚款
天津	地方政府规章《天津市碳排放权交易管理暂行办法》	工业：钢铁、化工、电力、热力、石化、油气开采；民用建筑	CO2 排放 ≥ 20000 吨/年	历史排放法、历史排放强度法、行业基准法（针对新增设施）	不超过企业年度排放量的 10%	3 年内不享有贷款、扶持等方面的优先资格
重庆	地方政府规章《重庆市碳排放权交易管理暂行办法》	电解铝、钛合金、电石、烧碱、水泥、钢铁等	CO2 排放 ≥ 20000 吨/年	企业自行申报所需配额	不超过该年度企业审定排放量的 8%	通报批评，三年内不评先进
广东	地方政府规章《广东省碳排放管理试行办法》	电力、钢铁、水泥、石化、造纸、航空	CO2 排放 ≥ 20000 吨/年	历史排放法、行业基准法	不超过企业上年度排放量的 10%，本地 CCER 占 70%以上	5 万元以下罚款
湖北	地方政府规章《湖北省碳排放权管理和交易暂行办法》	电力、钢铁、水泥、化工、非金属、玻璃、造纸等	综合能源消费量 $\geq 60000\text{tce/年}$	历史排放法、行业基准法	不超过配额的 10%	15 万元以下罚款
深圳	地方人大立法《深圳经济特区碳排放管理若干规定》； 地方政府规章《深圳市碳排放权交易管理暂行办法》	工业：电力、热力、水务制造业等；公共建筑；机关建筑	企业 CO2 排放 ≥ 3000 吨/年； 公共建筑面积 $>20000\text{m}^2$ ； 机关建筑面积 $>10000\text{m}^2$	基于工业增加值的行业基准法	不超过企业年度排放量的 10%	3 倍罚款

碳市场试点建设经验

- 覆盖范围：直接排放&间接排放；仅CO₂一种气体（除重庆）；排放量大、数据基础好的行业
- 配额分配：免费分配为主，事后调节
- MRV：建立了GHG监测、报告与核查体系
- 抵消机制：允许使用一定比例的抵消信用（如CCER）抵消其排放

试点建设对全国碳市场的启示

- 需要高层级立法提高对市场参与者的约束力度
- 主要纳入排放量大、数据基础好的企业
- 按照“适度从紧”的原则发放配额，并建立政府主导的市场调控机制
- 国家层面需要发布统一、详细、可造作的核查指南和核查规范

全国碳排放权交易体系设计中的主要问题

- 市场建设路径：自上而下建立统一的全国碳市场
- 区域差异：从覆盖行业、配额分配方法和MRV体系等方面给予地方一定的灵活性
- 职责划分：两级管理，中央负责设计统一的规则，地方负责执行
- 对经济可能的影响：通过分配方法、履约机制设计来控制负面影响
- 与宏观政策协调：电力市场改革、产业结构调整

全国碳市场基本建设框架与进展

- 立法：已出台《暂行办法》，《条例》已完成意见征询与分析、行政许可论证等必需的程序进入修文环节
- 覆盖范围：初期拟纳入八个行业，纳入门槛为年排放量达到2.6万吨二氧化碳或者年综合能耗达到1万吨标准煤，仅纳入CO₂一种气体，同时纳入直接排放和间接排放，目前已完成绝大多数的省份的历史数据报送
- 配额总量与分配：自下而上的配额总量确定方式，以免费分配为主，目前已公开配额分配方案讨论稿

行业分配方法建议

国民经济行业分类	企业子类	配额分配方法
电力、热力生产和供应业	发电	基准法
	热电联产	基准法
	电网	历史强度下降法
石油加工、炼焦和核燃料加工业	原油加工	基准法
化学原料和化学制品制造业	乙烯	基准法
	合成氨	历史强度下降法
	电石	历史强度下降法
	甲醇、其他子行业	历史强度下降法
非金属矿物制品业	水泥熟料	基准法
	平板玻璃	基准法
有色金属冶炼和压延加工业	电解铝	基准法
	铜冶炼	历史强度下降法
黑色金属冶炼和压延加工业	粗钢、延压加工	历史强度下降法
造纸和纸制品业	纸浆制造	历史强度下降法
	机制纸和纸板	历史强度下降法
航空运输业	航空旅客运输	基准法
	航空货物运输	基准法
	机场	历史强度下降法

今年可能首批启动的子行业

基准法配额分配公式

国家发改委



地方发改委



$$\text{企业配额量} = \text{国家行业基准} \times \text{地方行业调整系数} \times \text{企业当年产品实际产量}$$

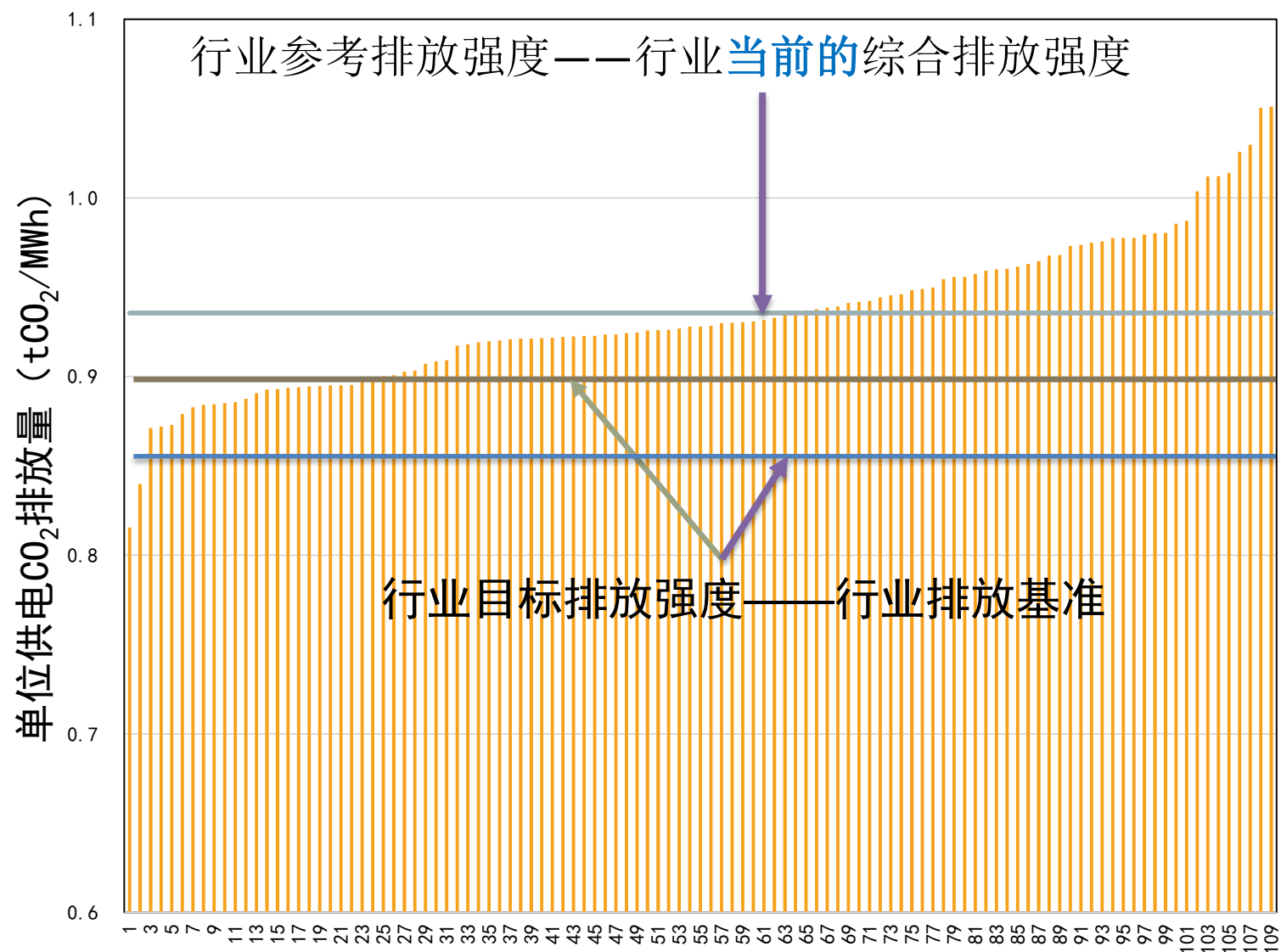


企业

注意：地方行业调整系 小于或等于1！

或者说地方的基准只能比国家更严格！

基准计算方法—样本排放强度加权平均法



“国家行业基准”确定的总体原则

二十四个字

奖励先进，惩戒落后

循序渐进，先宽后严

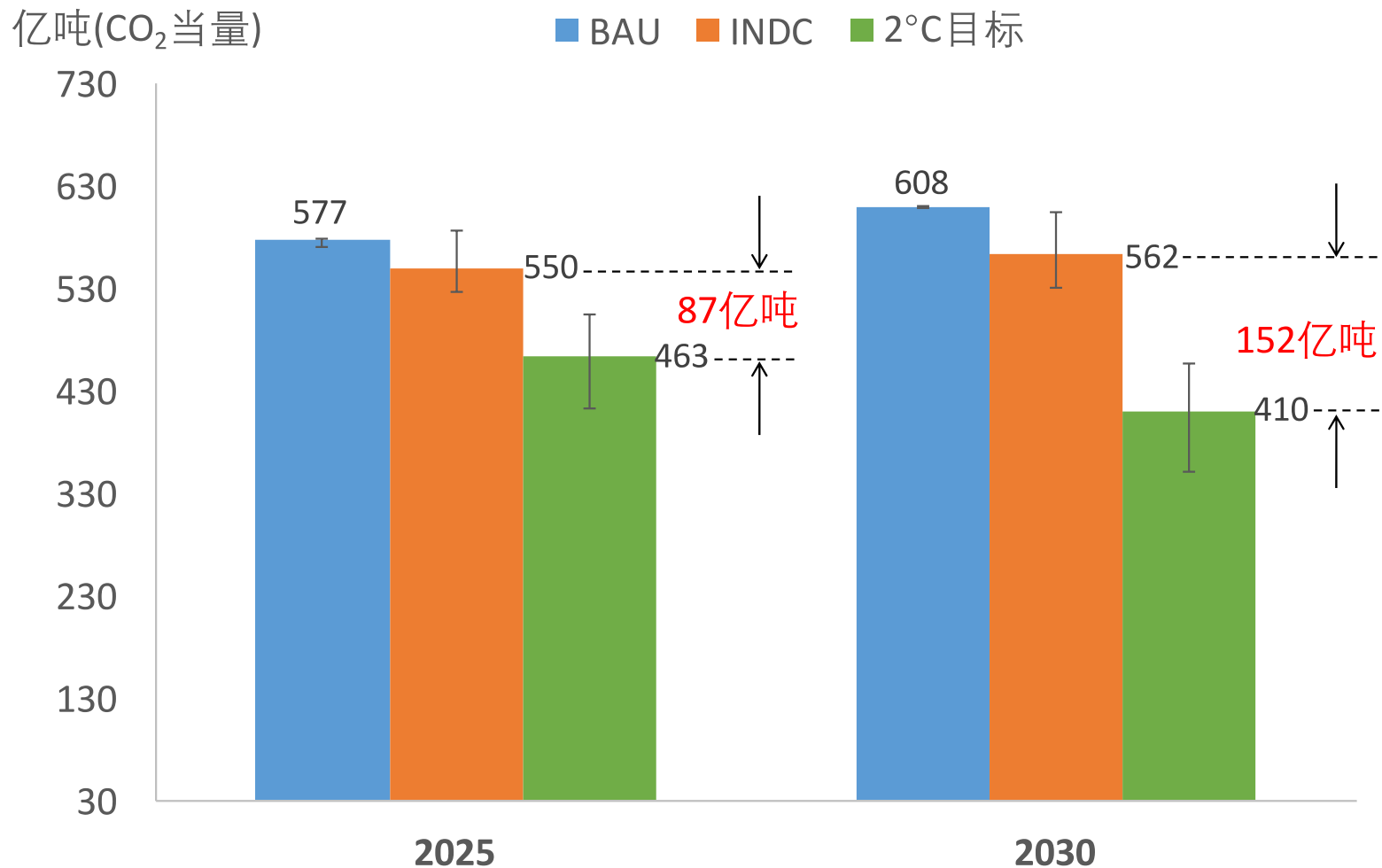
目标导向，综合平衡

IV 《巴黎协定》后的形势

后巴黎时代的五大问题

- 国家自主贡献与2°C温升目标的缺口问题
- 五年一次的全球盘点机制问题
- 全经济尺度和所有温室气体减排问题
- 2050年后全球温室气体净零排放问题
- 特朗普退出《巴黎协定》与中国应对策略问题

问题一 国家自主贡献缺口



* 特朗普退出《巴黎协定》将使2025年缺口增加9亿吨，2030年增加12亿吨。

问题二 五年一次全球盘点机制



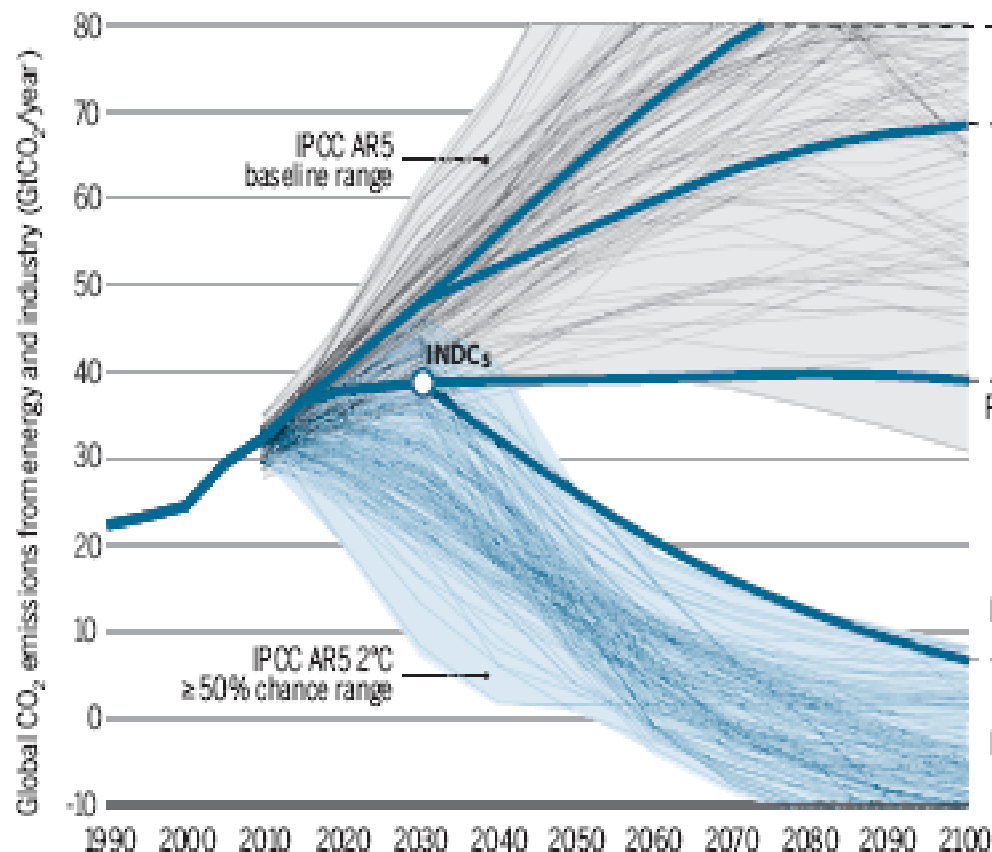
- 在集体层面评估所有国家的努力，而不是评估单个国家所做出的努力
- 以促进性的方式开展，并没有提及对抗性和惩罚性
- 盘点的内容很广泛，覆盖减缓、适应、执行手段及支助问题
- 全球盘点机制设计尚不明朗

问题三 全经济尺度和所有温室气体减排

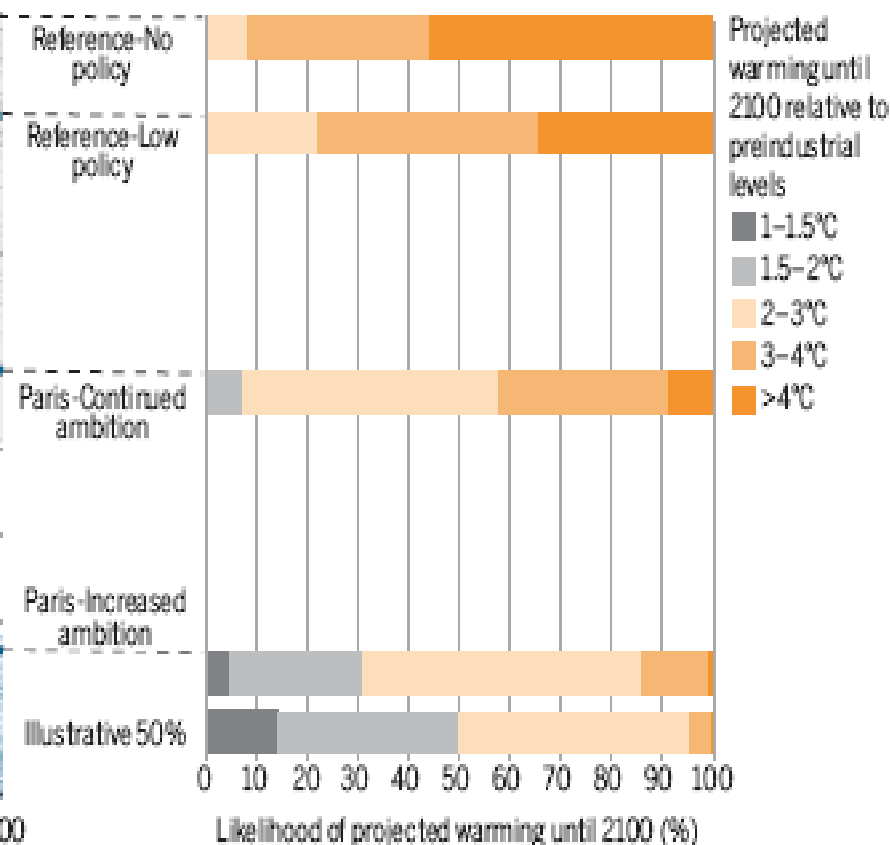
- 中国温室气体排放中，二氧化碳占80%左右
- 2005-2012年，除了二氧化碳排放增加（56%），氧化亚氮也增加了44%，含氟气体增加10%
- 研究（Liu et al., 2016）表明，考虑所有温室气体排放，在低碳情景下二氧化碳当量将持续增长到2030甚至更久，即使是在加速低碳情景下，达峰年份最早也只能是2030年
- 其他温室气体减排和其他经济部门减排难度更大

问题四 2050年后全球温室气体净零排放问题

A Emissions pathways

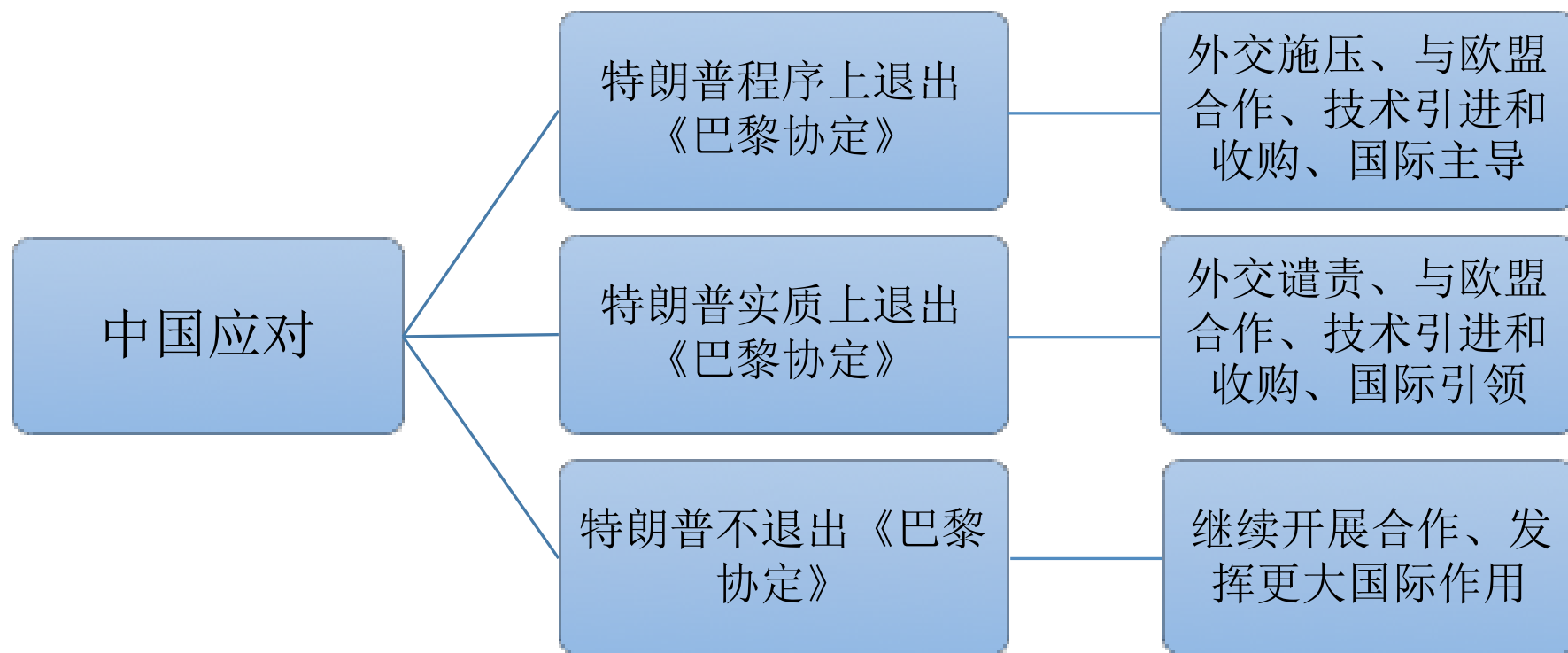


B Temperature probabilities



数据来源：Fawcett et al., 2015. Science

问题五 特朗普退出《巴黎协定》与中国应对问题



谢谢大家， 请批评指正！